

産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会

第2回基本政策ワーキング・グループ

配付資料一覧

資料1	議事次第
資料2	委員名簿
資料3－1	資源有効利用促進法における製紙業界の取組（日本製紙連合会）
資料3－2	電気事業における資源有効利用促進法に基づくこれまでの具体的な取組と進捗状況（電気事業連合会）
資料3－3	ぱちんこ遊技機・回胴式遊技機製造業の資源有効利用促進法における3Rへの取組状況及び進捗状況（日本遊技機工業組合・日本電動式遊技機工業協同組合）
資料3－4	銅スラグの発生抑制と再資源化の取組について（住友金属鉱山株式会社・日本鉱業協会）
資料3－5	DOWAグループにおける希少金属のリサイクルについて（DOWAエコシステム株式会社）
資料4	第1回基本政策ワーキンググループ議事概要

参考資料

産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会
第 2 回基本政策ワーキング・グループ

議事次第

日時： 平成 19 年 3 月 1 日（木）
14 時～17 時（3 時間程度）

場所： 全国町村議員会館 2 階 大会議室
東京都千代田区一番町 25 番地

議題： (1) 資源有効利用促進法の関係事業者等からのヒアリング
①日本製紙連合会
②電気事業連合会
③日本遊技機工業組合・日本電動式遊技機工業協同組合
④住友金属鉱山株式会社・日本鉱業協会
⑤DOWAエコシステム株式会社

(2) その他

産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会
基本政策ワーキング・グループ委員名簿

敬称略（50音順）

（委員）

座長	永田 勝也	早稲田大学理工学部教授
	浅野 直人	福岡大学法学部教授
	石井 和男	社団法人全国都市清掃会議専務理事
	石井 一夫	読売新聞社論説委員
	稲葉 敦	東京大学人工物工学研究センター 教授 兼 独立行政法人産業技術総合研究所LCA研究センター長
	梅田 靖	大阪大学大学院工学研究科教授
	大和田秀二	早稲田大学理工学術院教授
	角田 禮子	主婦連合会副会長
	玄場 公規	立命館大学大学院テクノロジーマネジメント研究科教授
	佐藤 泉	弁護士
	辰巳 菊子	社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会理事
	谷口 正次	国際連合大学ゼロエミッションフォーラム理事
	永松 恵一	社団法人日本経済団体連合会常務理事
	西尾 チヅル	筑波大学大学院ビジネス科学研究科教授
	細田 衛士	慶應義塾大学経済学部教授
	横山 宏	社団法人産業環境管理協会環境管理部門長

資源有効利用促進法における 製紙業界の取り組み

2007-03-01

日本製紙連合会

日本製紙連合会

- 設立 1972.4

1946年設立の紙及びパルプ工業会に板紙、パルプ材
など関連団体が合併し設立

- 事業内容

主要製紙会社により構成される事業者団体

- 会員

正会員38社 団体会員7団体
賛助会員65事業所1団体

- 加盟会社全国紙板紙生産カバー率 88%



製紙機械

特定省資源業種としての取り組み概要

紙・パルプ製造工程で発生する副産物の発生抑制及びリサイクルの実施。

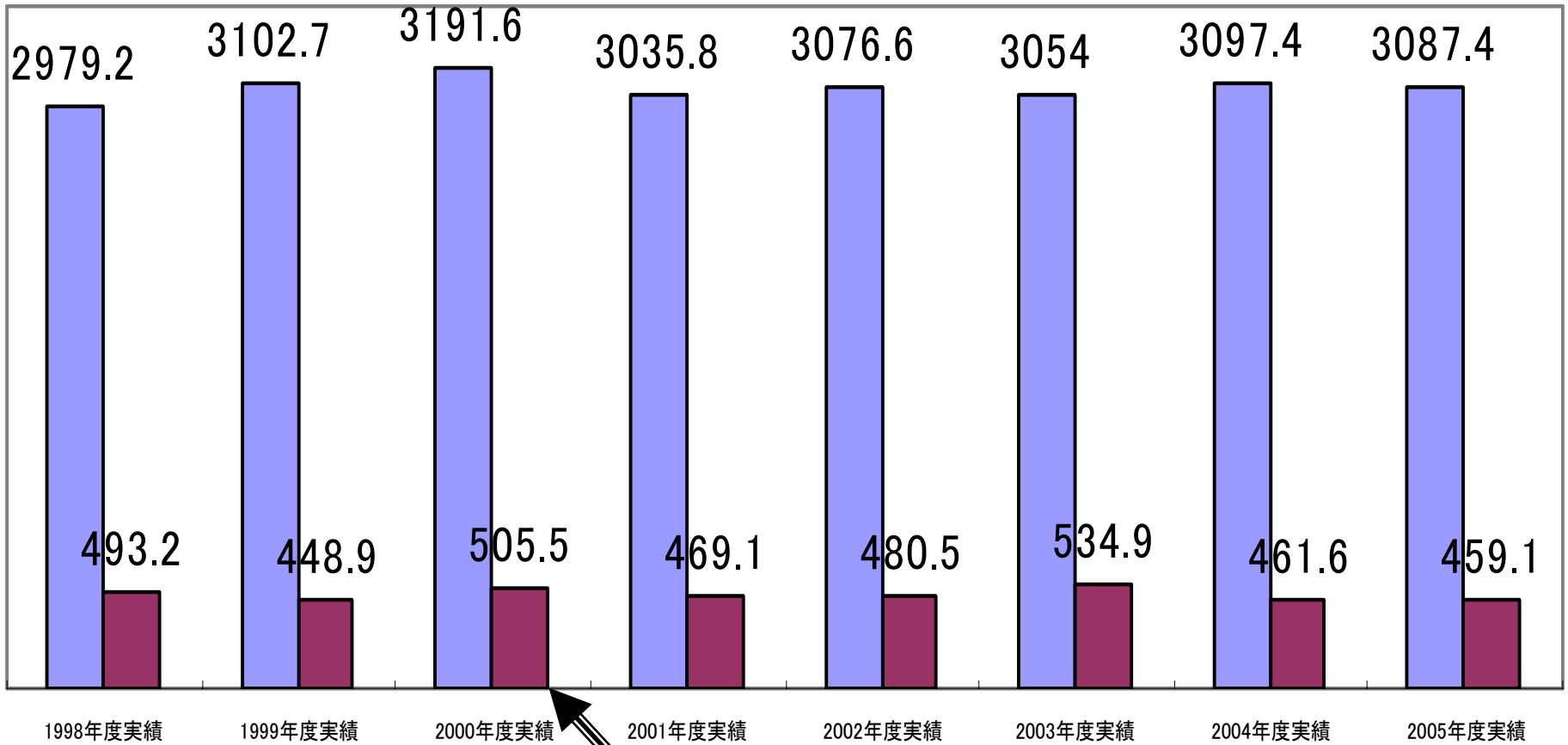
- ・産業廃棄物の最終処分量を有姿量で2010年度までに45万トンにすることを目標（自主）。
- ・廃水処理設備やペーパースラッジ処理設備の導入。
- ・廃棄物の性状及び発生量に合わせた最適な廃棄物消却炉や廃棄物ボイラーの導入または能力アップの促進。

＊ペーパースラッジとは、排水汚泥のことで、古紙由来の微細繊維よりなる。

副産物発生量推移

(単位: 万トン)

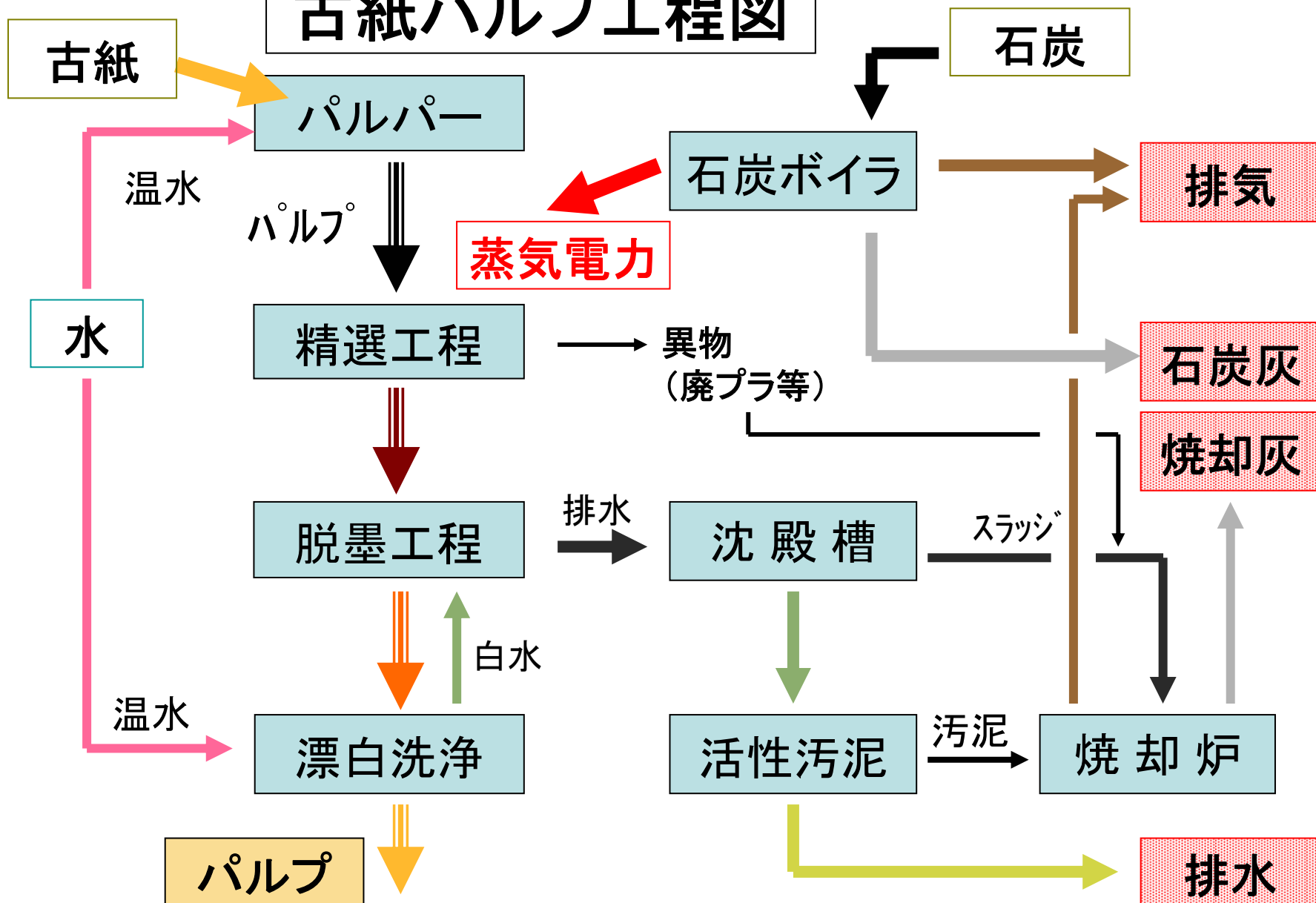
□ 紙・板紙生産量 ■ 副産物発生量



古紙利用率の向上が副産物発生量の抑制にマイナスに作用

資料: 日本製紙連合会

古紙パルプ工程図



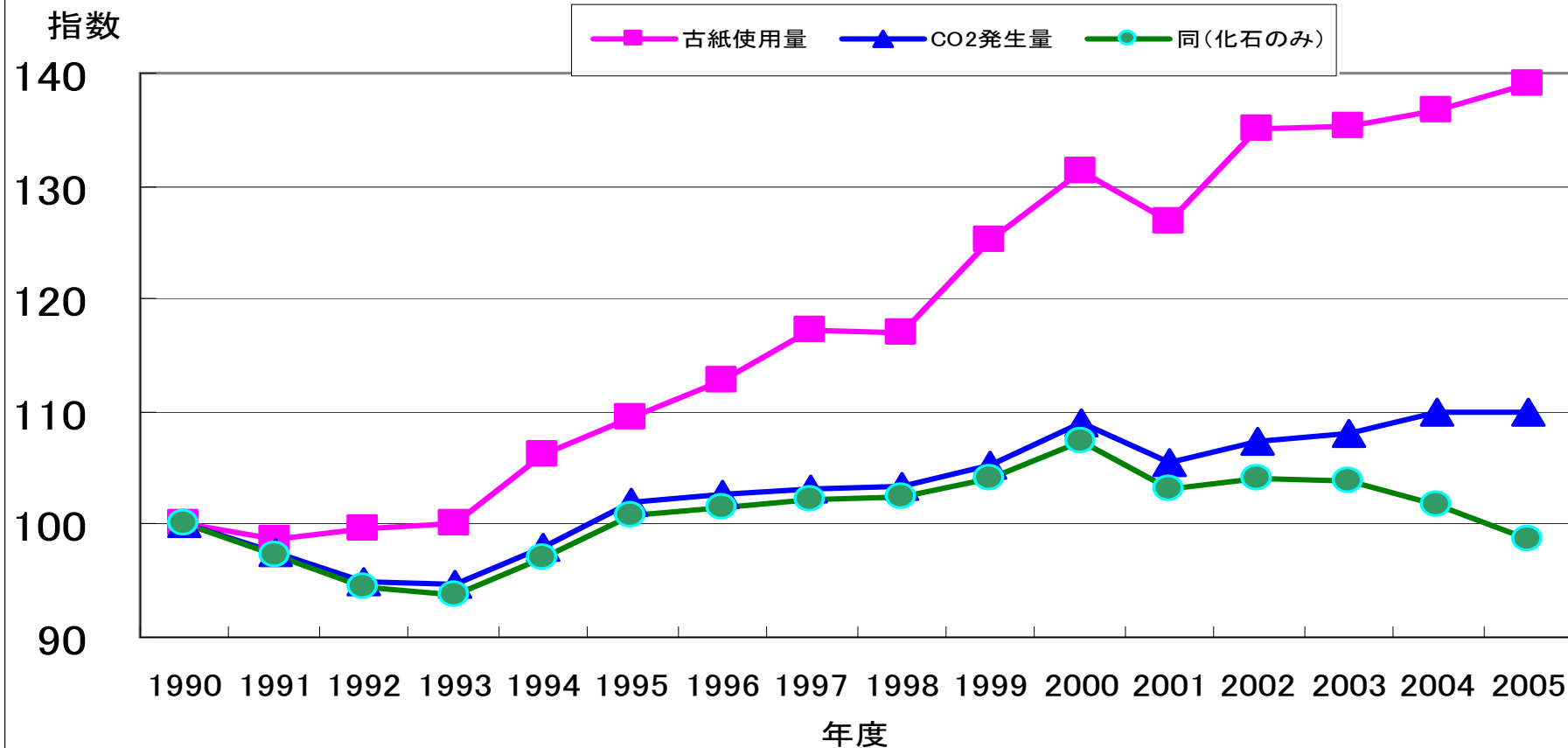
タイヤ

RPF

ペーパースラッジ

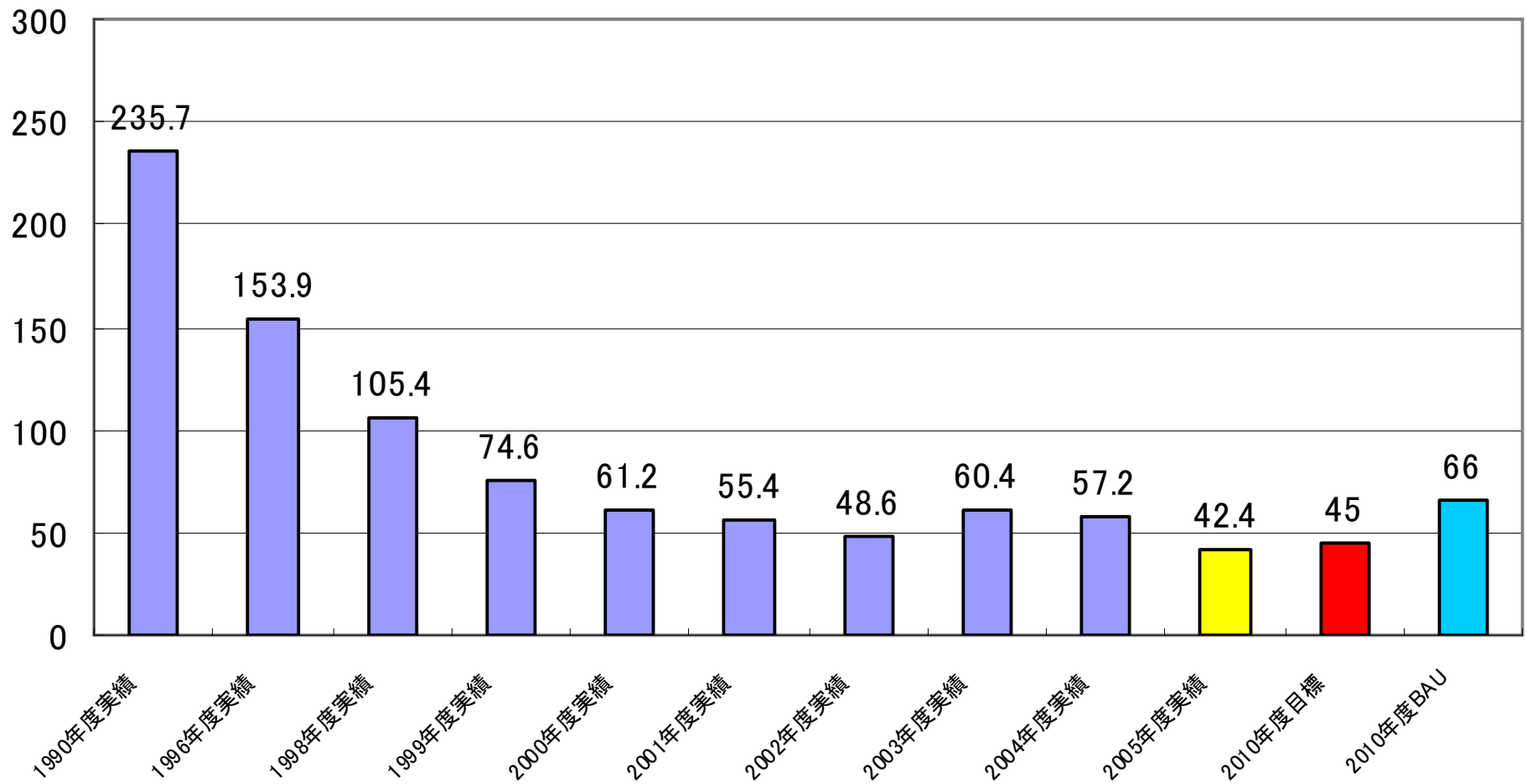


古紙使用量指数とCO2排出量指数の推移



最終処分量の実績と目標

(単位: 万トン)



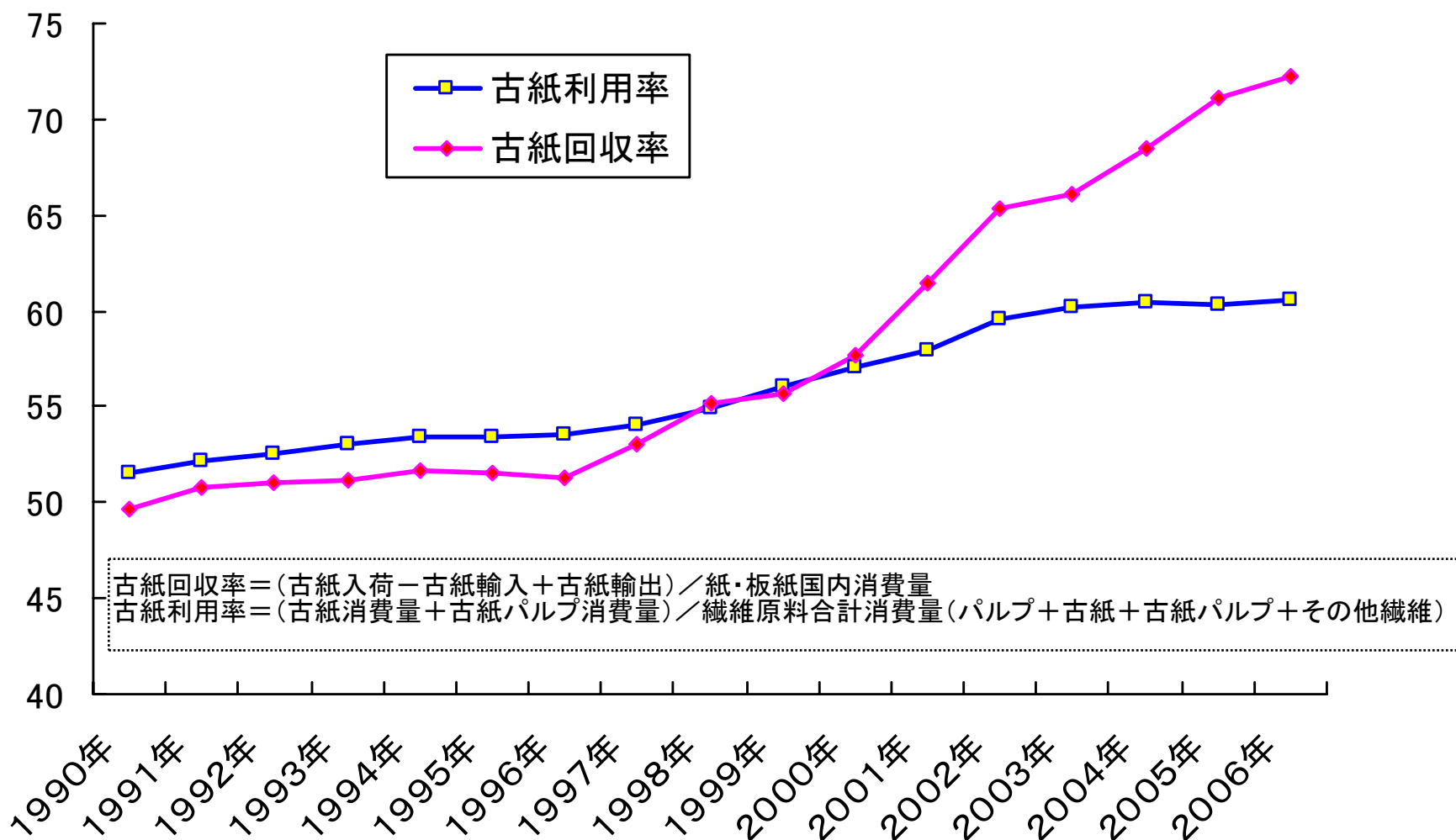
特定再利用業種としての取り組み概要

紙製造業として紙の原料としての古紙の利用率の向上を図る。

- ・2010年度まで62%に古紙の利用率を引き上げることを目標（法定）。
- ・DIP（脱墨）設備の増強を行う。
- ・古紙の分別回収の協力を広く呼びかける。

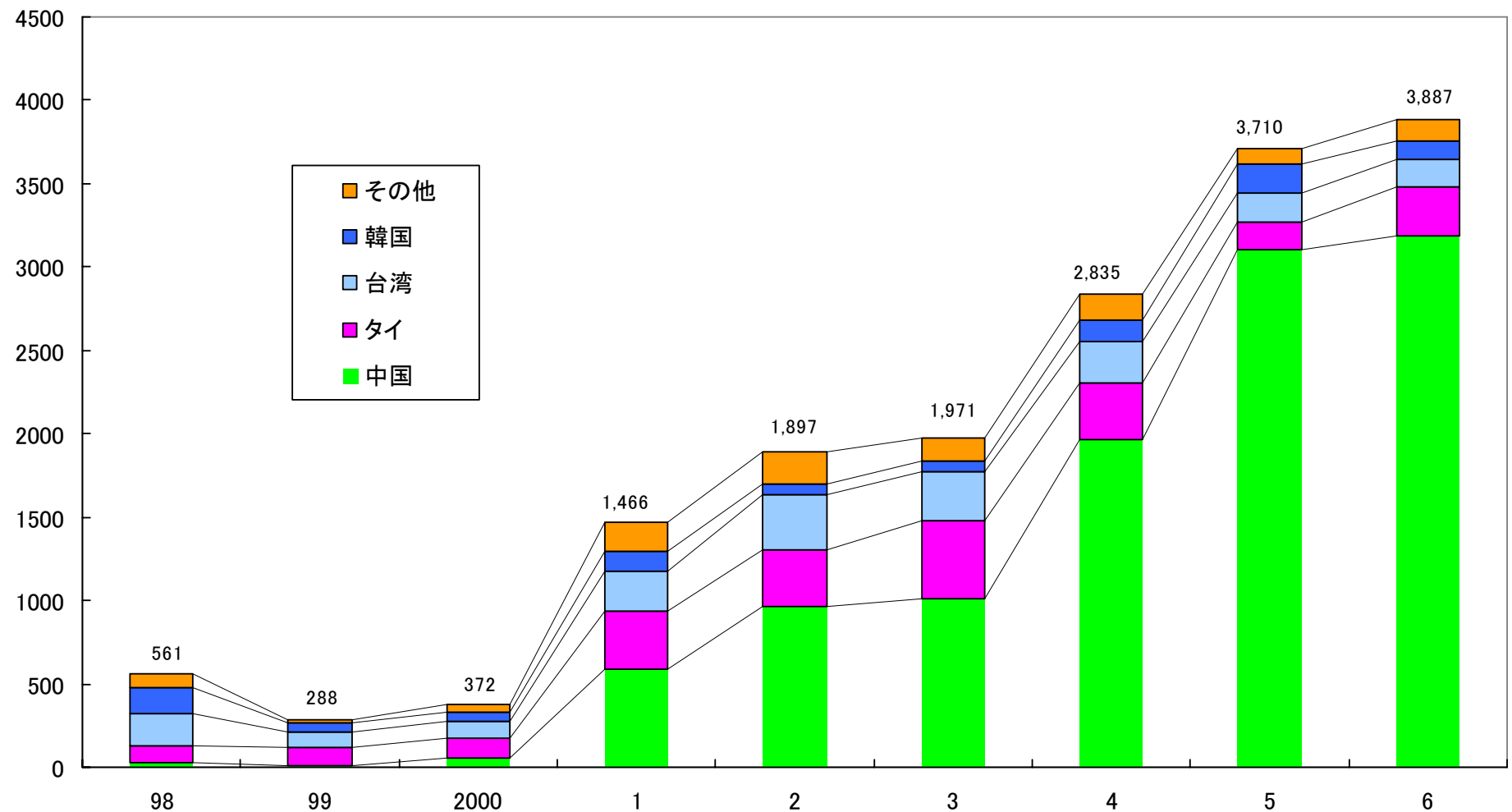
日本の古紙利用状況

%



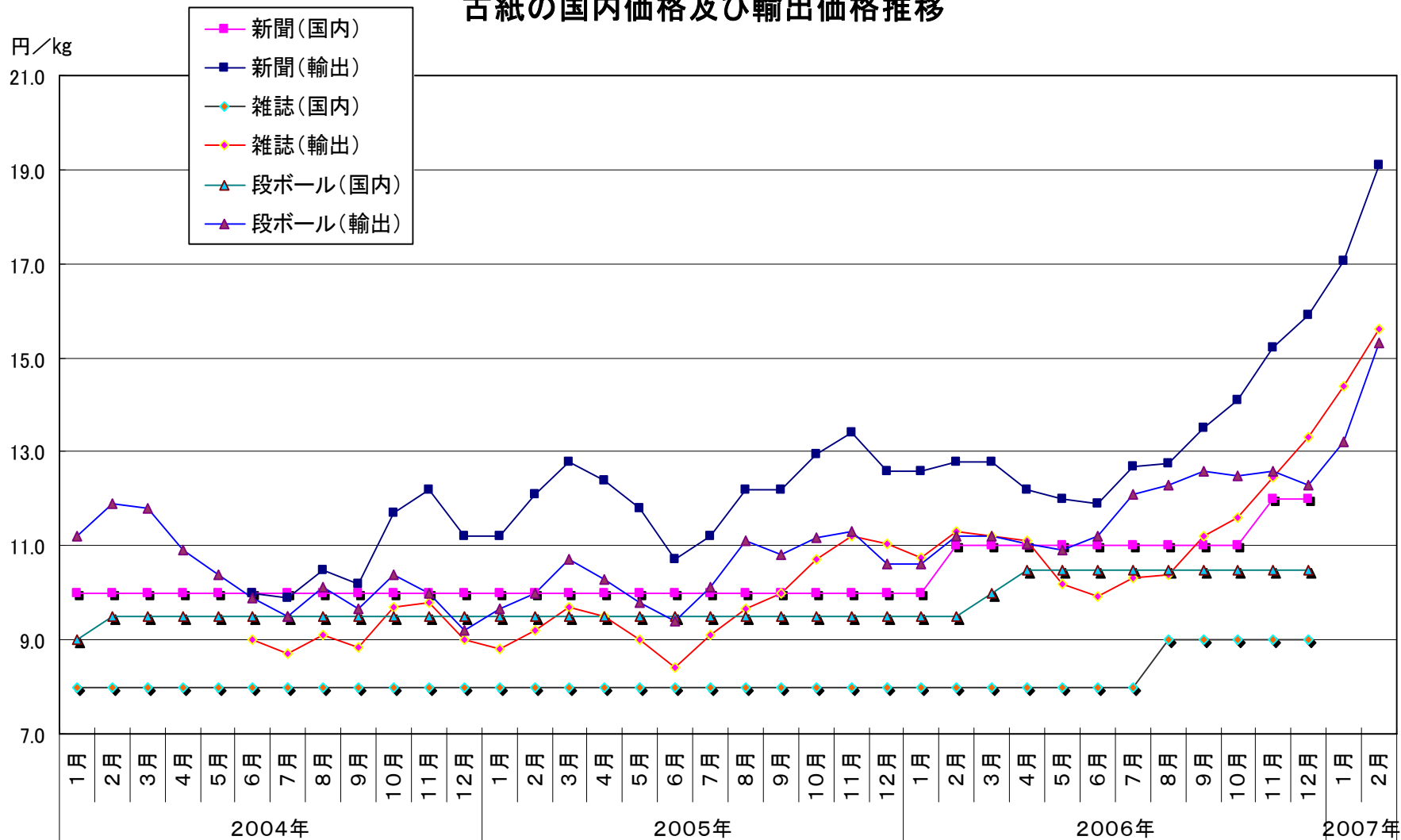
古紙輸出推移

単位: 1,000t



資料: 財務省通関統計

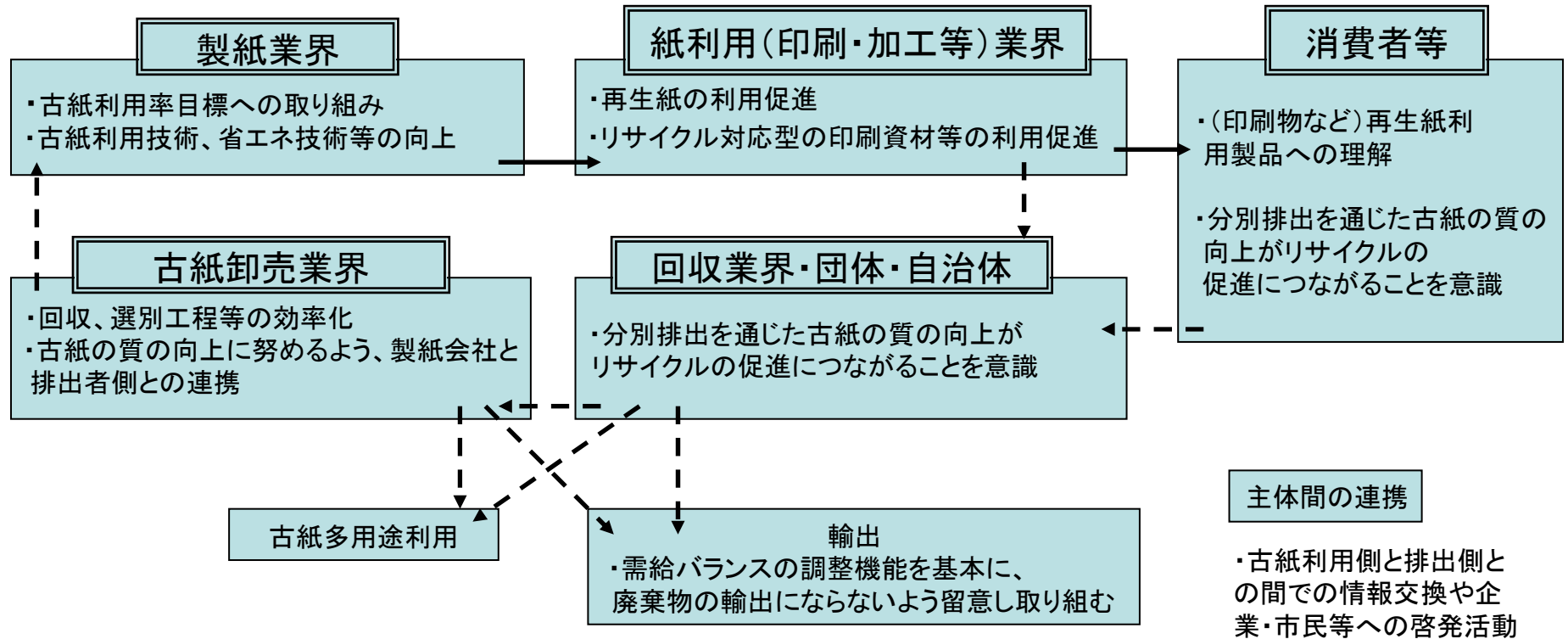
古紙の国内価格及び輸出価格推移





DIP設備

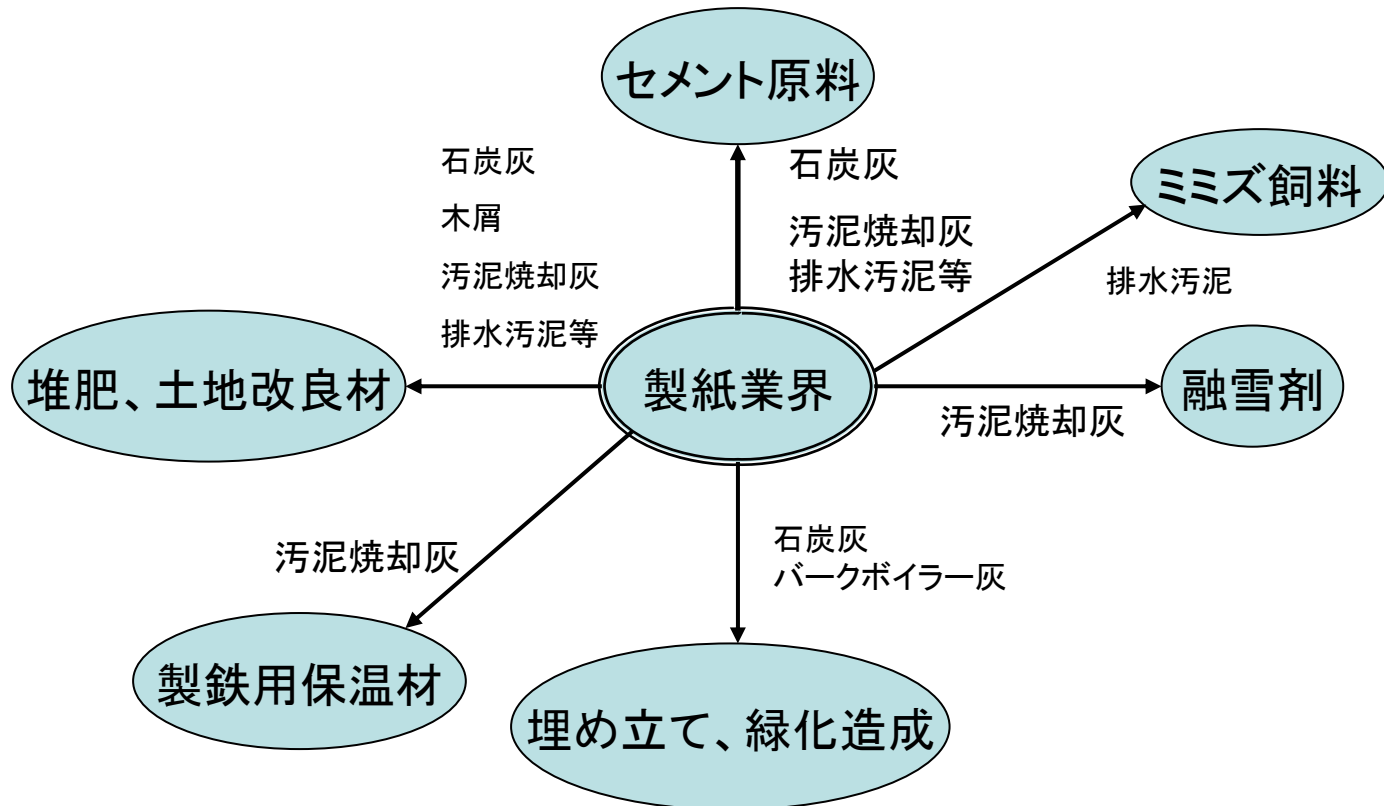
古紙リサイクル主体間の連携フロー図



————▶ : 紙(製品)の流れ

- - - -▶ : 古紙の流れ

製紙業界廃棄物処理フロー図



今後の課題と要望

①課題

- ・中国の古紙買い付けが強まり、量、価格、質ともに厳しい状況の予想。
- ・古紙利用に際しては衛生面に対する配慮の必要性が今後強まるおそれ。
- ・今後も焼却灰等の増加が予想されるために更なる再資源化先の確保が必要。

②今後の取り組みの方向性・新技術等

- ・オフィス古紙の分別回収に関連業界と取り組む。
- ・廃棄物の再資源化の新規用途の開発。

③他事業者との連携

- ・行政・消費者・関連業界の協力をさらに進める必要。

④要望

- ・次期古紙利用率目標の策定については慎重に検討が必要。
- ・廃棄物対策と温暖化対策の整合性を検討の必要。

電気事業における 資源有効利用促進法に基づく これまでの具体的な取組と 進捗状況

電気事業連合会

1. 電気事業から発生する副産物等

<副産物等>

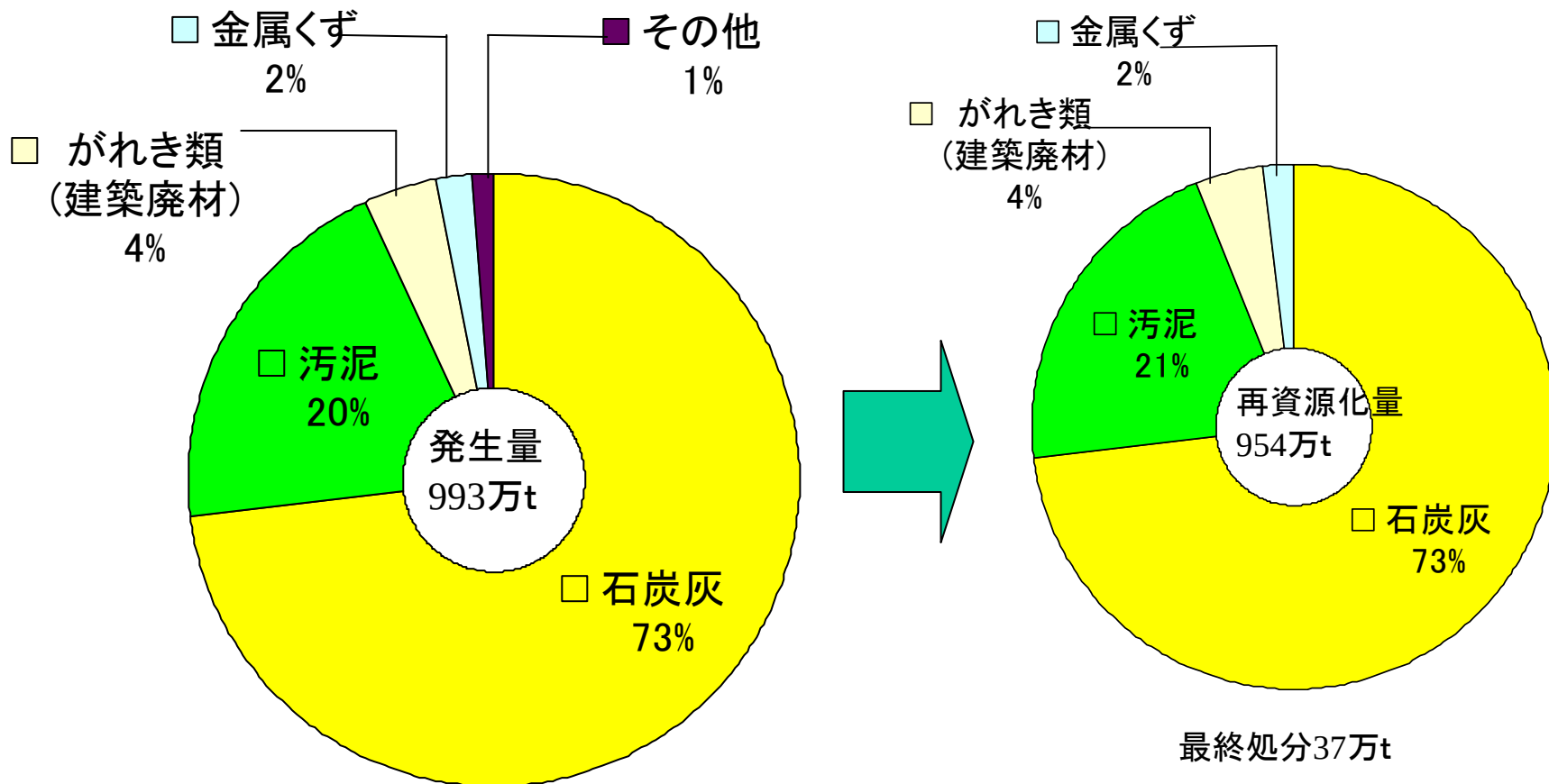
- ・ 石炭灰
- ・ 廃コンクリート柱等のがれき類（建設廃材）
- ・ 電線等の金属くず

<副生品>

- ・ 脱硫石膏

副産物等最終処分量の低減を図るため発生抑制と再資源化に努めた結果、2005年度の電気事業における副産物等の再資源化率は96%になりました。

2. 電気事業からの副産物等の発生量と再資源化量



2006-2007環境とエネルギーより (2005年度実績)

3. 電気事業から発生する副産物等の再資源化の例

副産物等の種類	主な再資源化用途
石炭灰 (指定副産物)	セメント原料・肥料 ・土木材料(土壌改良材、海砂代替材)
汚泥	セメント原料
がれき類	建築用骨材、道路路盤材、再生アスファルト
金属屑	再生配電線、金属製品材料
廃プラスチック	プラスチック原料
脱硫石膏	石膏ボード原料・セメント原料

4. 電気事業から発生する主な副産物等と 副生品の再資源化量等の推移

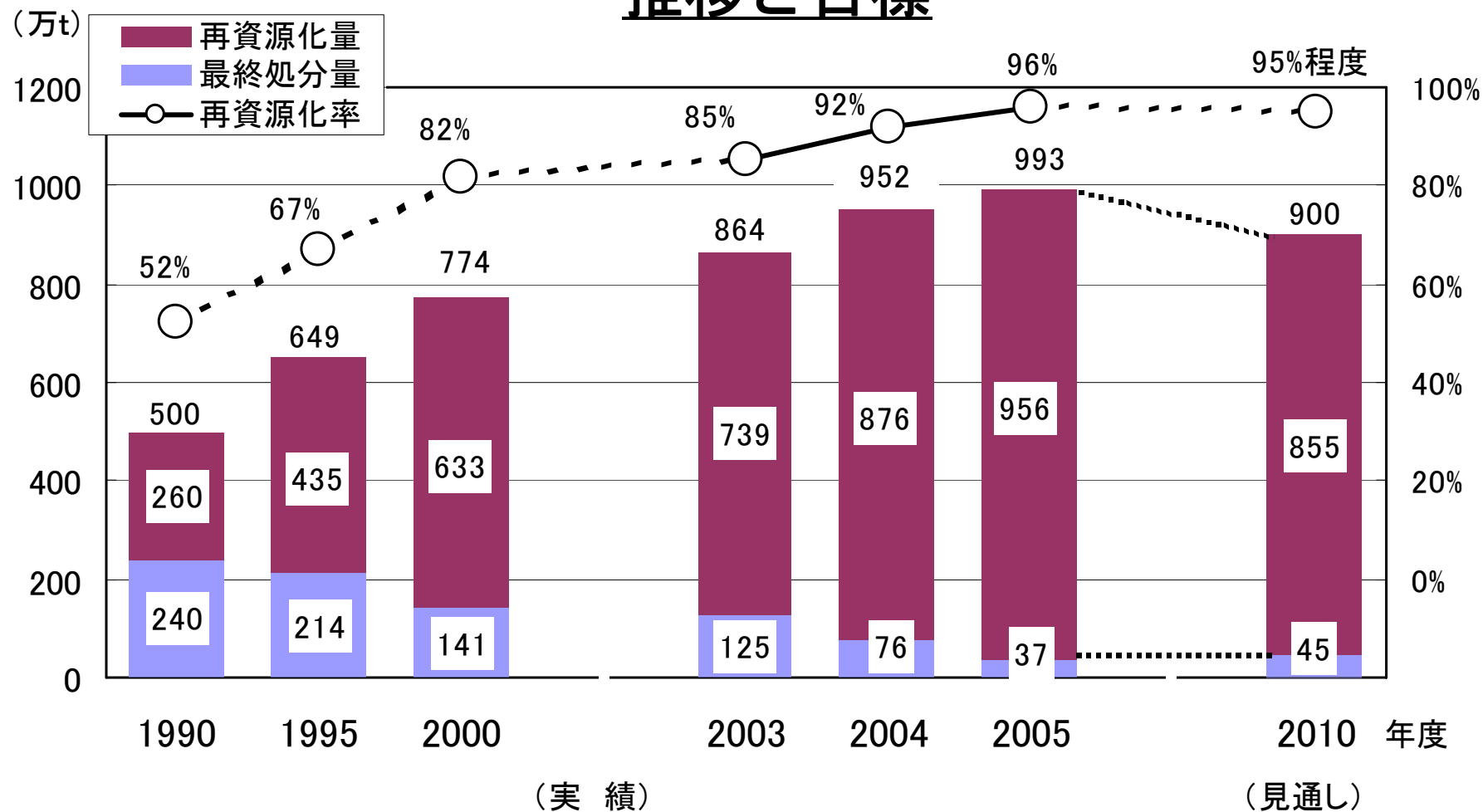
電力需要の増加に伴い、石炭灰の発生量が増加

(万t)

種類			1990年度	2004年度	2005年度
副産物等	石炭灰	発生量	347	697	724
		再資源化量 (再資源化率)	137 39%	631 91%	697 96%
	がれき類 (建設廃材)	発生量	40	36	36
		再資源化量 (再資源化率)	21 53%	35 98%	35 97%
	金属くず	発生量	14	17	19
		再資源化量 (再資源化率)	13 93%	16 98%	18 99%
副生品	脱硫石膏	発生量	85	183	190
		再資源化量 (再資源化率)	85 100%	183 100%	190 100%

5. 電気事業における再資源化率等の

推移と目標



6. 資源有効利用促進法における取り組み

○第1条(規格又は仕様による加工)

石炭灰の有効利用促進を図るため、JISA6201や石炭灰を利用する者と協議した仕様に応じた製品となるよう取り組んでいる。

○第2条(設備の整備)

石炭火力発電所において石炭灰の利用促進を図るため、灰処理設備を整備して石炭灰の利用促進に努めている。

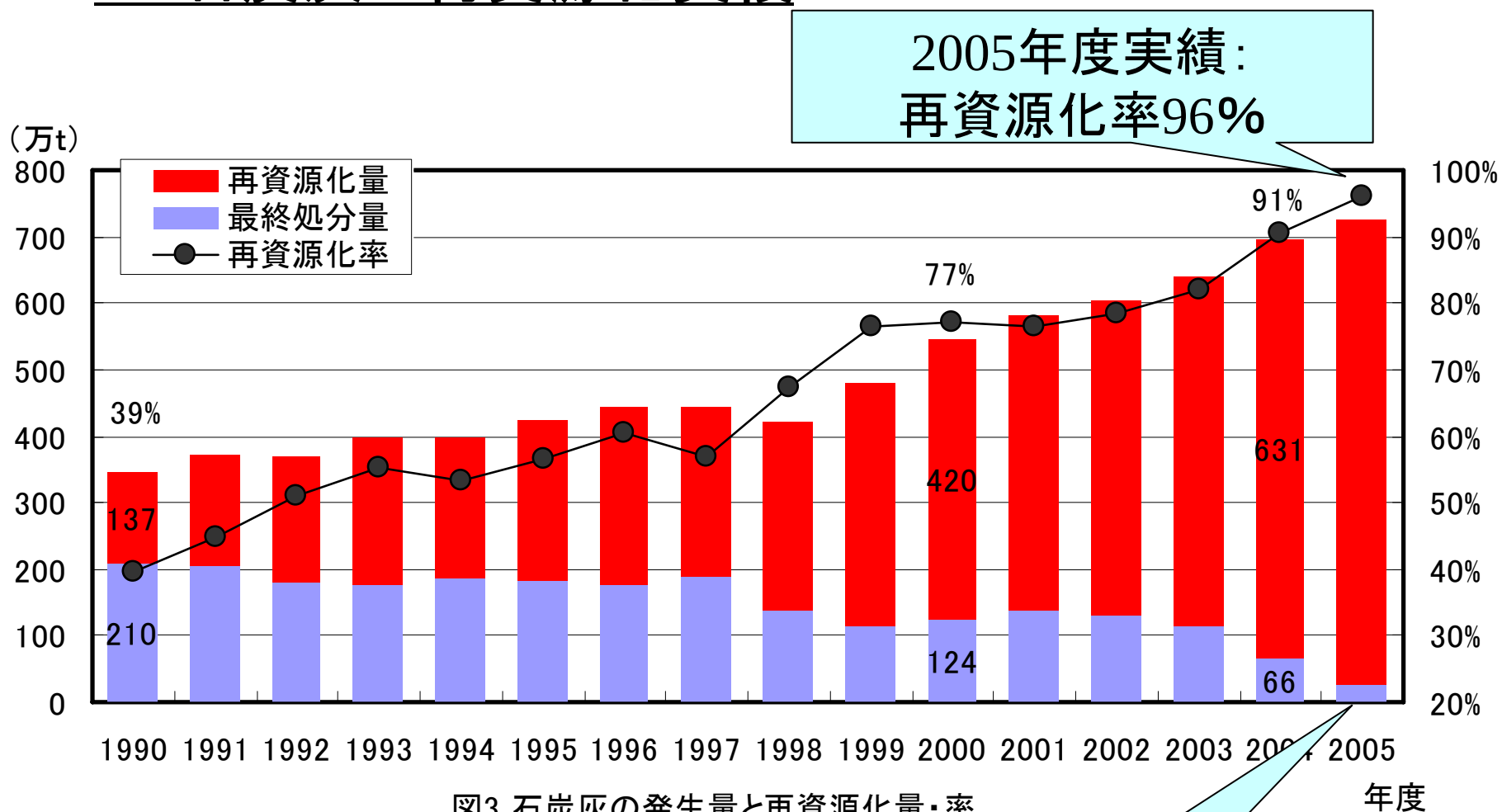
○第3条(技術の向上)

石炭灰の利用促進を図るため、用途の拡大、品質の向上に向けた、技術の向上に努めている。

○第5条(情報の提供)

MSDSにより石炭灰の品質及び組成、取扱い上の注意等必要な情報の提供に努めている。

7. 石炭灰の再資源化実績



8. 3Rの推進

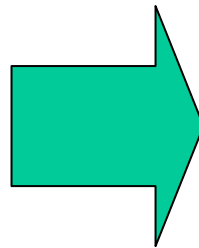
- ・石炭灰：石炭灰を大量かつ安定的に利用できる分野の開拓、有効利用技術の調査・研究の積極的取り組み
- ・脱硫石膏：全量再資源化
- ・その他の廃棄物：3Rの積極的推進

2010年度における廃棄物再資源化率を95%程度とするよう努める。

再資源化例(石炭灰) コンクリート混和剤としての再利用

フライアッシュ

中空鋼管柱



再資源化例(石炭灰) 吹付材としての再利用

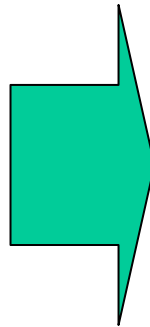


フライアッシュ

吹付けコンクリート



再資源化例(石炭灰) コンクリート二次製品としての再利用

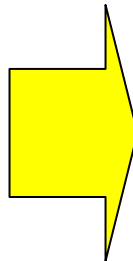


消波ブロック

再資源化例(石膏)



脱硫石膏



石膏ボード

再資源化例(金属くず)

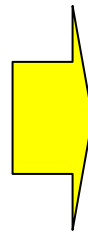
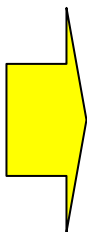


再生電線

銅電線、アルミ電線



再資源化例(廃プラスチック)



ポリエチレン線
カバー

支線ガード

9. 要望（資源有効利用促進法や廃棄物処理法に関して）

○有効利用先の拡大に向けた取り組みの支援や資源有効利用促進法省令における新たな用途の明確化をお願いしたい。

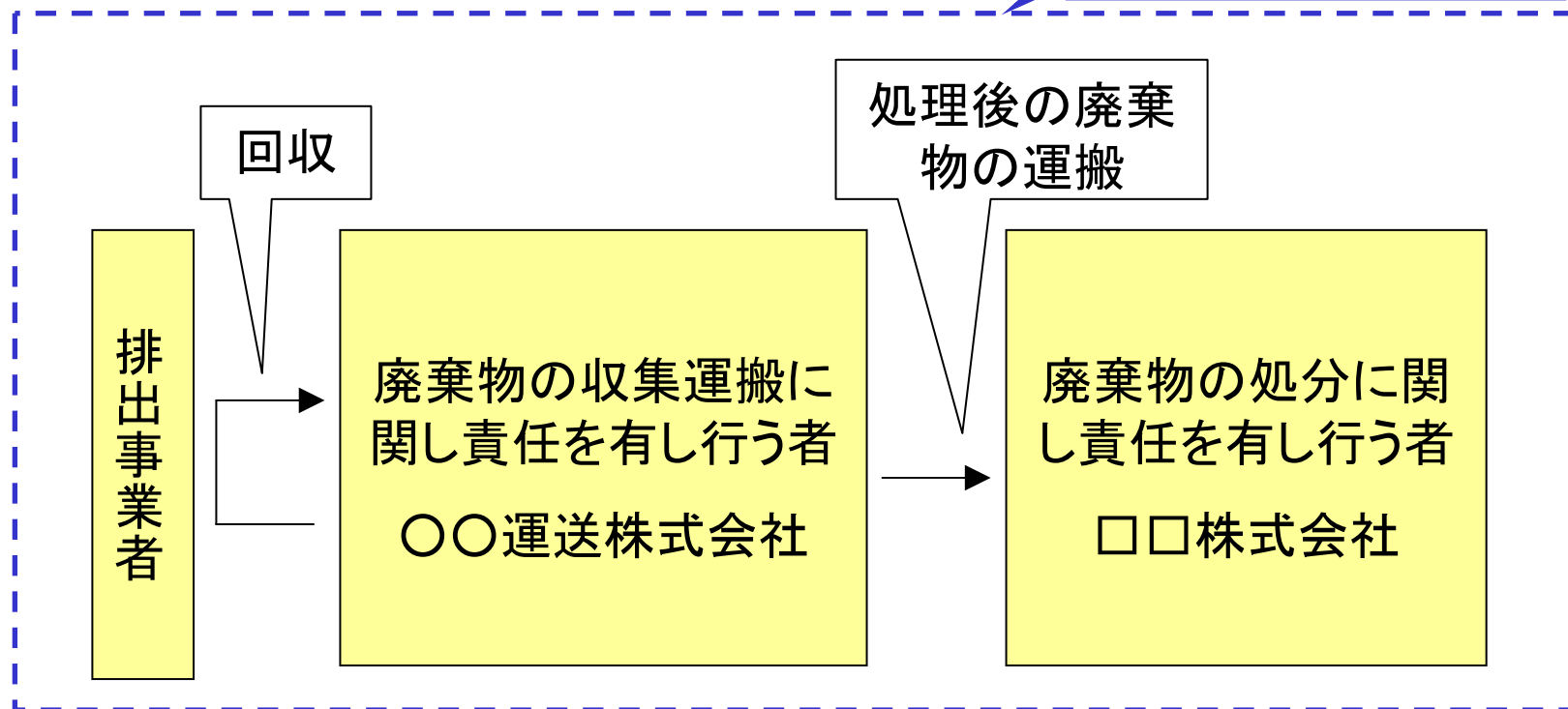
○指定副産物に指定されている石炭灰について、有効利用の実態を考慮し、有効利用するための廃棄物処理法上の諸手続きの簡素化を図っていただきたい。

- ・ 収集運搬及び処分の際の手続きの簡素化
- ・ 海外輸出における審査対象からの除外

○石炭灰以外の廃棄物について、排出事業者が広域的なリサイクルを行うことができる、廃棄物処理法の許可に関する特例を認めることを検討していただきたい。（次項参照）

広域的なリサイクル

認定の範囲



※ 現在、製造メーカーに認められている広域認定制度と同様に、廃棄物排出事業者が広域的なリサイクルを行うことを図ることを目的とした認定制度を設け、認定された場合に収集運搬、処理業ともに許可を不要とすることにより、コスト的にも、コンプライアンス上もよりよいリサイクルが可能となる。

ぱちんこ遊技機・回胴式遊技機製造業の 資源有効利用促進法における3Rへの 取組状況及び進捗状況について

2007. 3. 1

日本遊技機工業組合、日本電動式遊技機工業協同組合

全体概要

ぱちんこ遊技機・回胴式遊技機のリサイクルの取組状況について

資源有効利用促進法に対応し、各メーカーにおいて製品アセスメントマニュアルを策定し、①使用樹脂種類の削減や鉛使用量の削減（鉛フリーはんだの採用）、②処理容易化のための使用樹脂材料名の表示及び表示方法の統一、③部品の共通化による再利用可能な製品設計の検討等を実施しています。

* 業界団体では製品アセスメントガイドラインの策定・改定を行っています。

- ・ 日本遊技機工業組合/日本電動式遊技機工業協同組合 1998年1月 製品アセスメントマニュアルの作成
- ・ 日本遊技機工業組合 2001年7月 製品アセスメントマニュアルの改定
- ・ 日本電動式遊技機工業協同組合 2001年8月 製品アセスメントマニュアルの改定

* 製品アセスメントガイドラインの項目

減量化	破碎・焼却処理の容易化
再資源化	安全性と環境保全性
分解・分離処理の容易化	包装
分別処理の容易化	情報の開示
収集と運搬の容易化	

全体概要

リサイクル率については、部品リユース、マテリアルリサイクルを中心とするリサイクル事業者を活用し、処理を進めることでリサイクル率の向上を図っています。

目標年度	目標率	ぱちんこ遊技機（実績）	回胴式遊技機（実績）
平成13年度	35%	41.4%	
平成15年度		63.6%	64.7%
平成17年度	55%	82.3%	87.3%
平成19年度	75%		

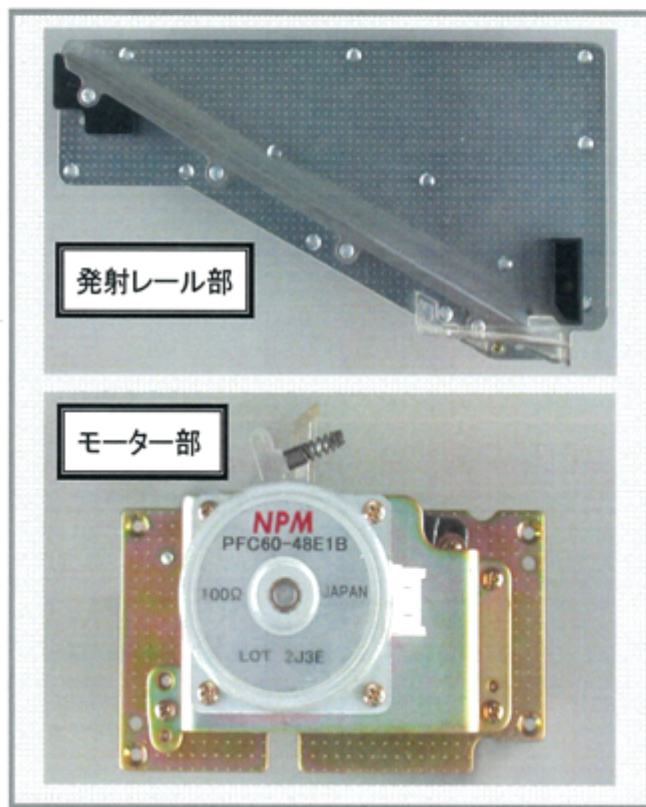
実績値は回収量に対する部品・マテリアルリサイクル処理実績を示す

環境配慮設計の取組(指定省資源化製品関係)

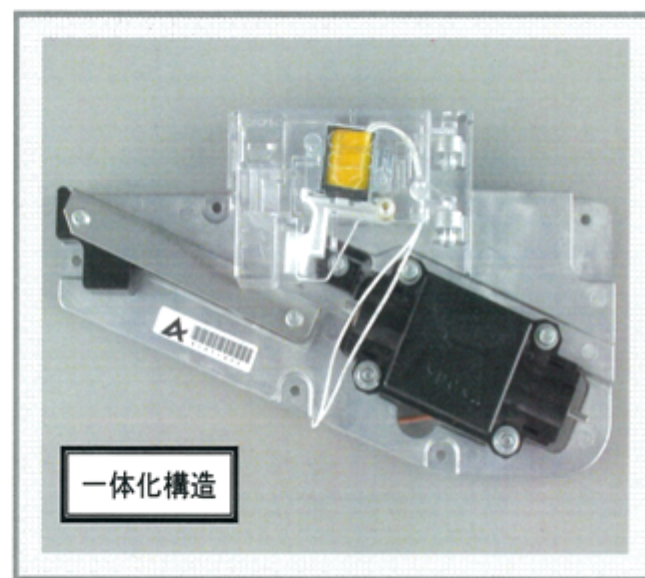
発射装置の小型化・軽量化について

- ・モーター駆動構造をソレノイド構造(磁力によるもの)へ変更。

モーター駆動構造 (約1400g)



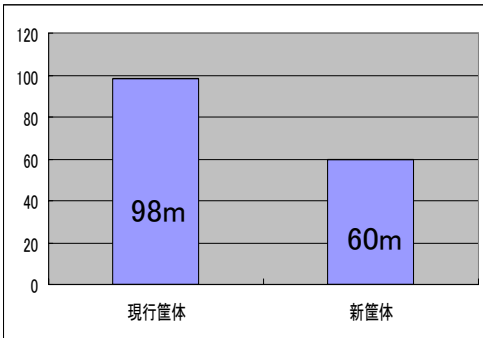
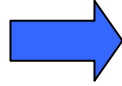
ソレノイド構造 (約420g)



〔小型化〕: 重量ベースで約980g減

環境配慮設計の取組(指定省資源化製品関係)

原材料等の 使用の合理化



◇配線の少量化 (グラフ参照)

新筐体では現状に比べ38メートル削減。

◇部品をユニット化し、修理時については故障部分のユニットを入れ替える作業をすることで余分な部品の製造をしないようにしている(例参照)

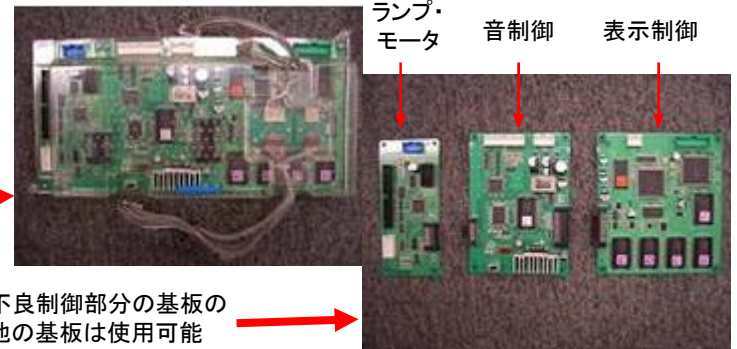
配線総長39%削減
(38m減)

(例)

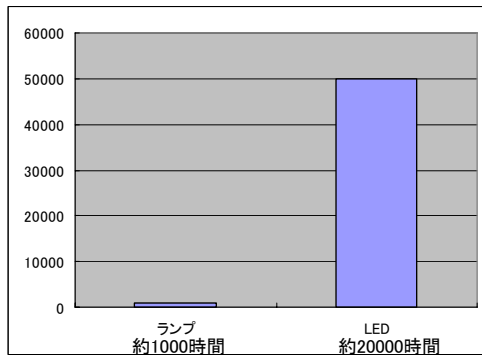
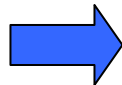
サブ基板Assy
この状態でホールから
返却される



制御別に基板を分けているので不良制御部分の基板のみを交換するだけで良いので他の基板は使用可能

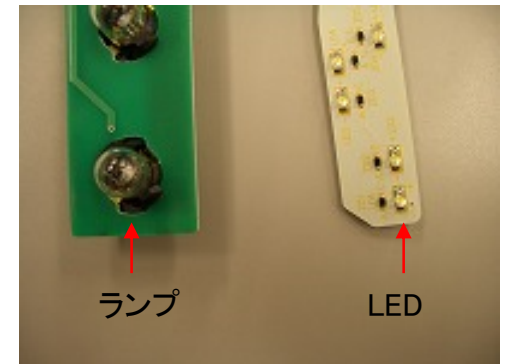


長期間の使用の促進



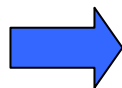
◇寿命が短いランプは使用せず、長寿命のLEDを率先して採用(グラフ及び写真参照)

寿命比較
ランプの約20倍



環境配慮設計の取組(指定省資源化製品関係)

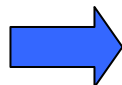
修理に係る 安全性の確保



- ◇取扱説明書に取り扱う上での危険事項を記載(左写真参照)
- ◇機械に注意事項を記したシールを貼付(中写真参照)
- ◇部品を機能毎にユニット化し、メンテナンス製の向上を図っている(右写真参照)
- ◇取り扱い説明書に、製品特性、動作に配慮した注意事項を記載している。

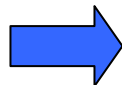


修理の機会の確保



- ◇支社、営業所において、問い合わせの対応や修理部品の送付及び開発・工場との情報伝達を円滑に実行している。
- ◇取扱説明書に保守部品および注文方法を記載

安全性等の配慮

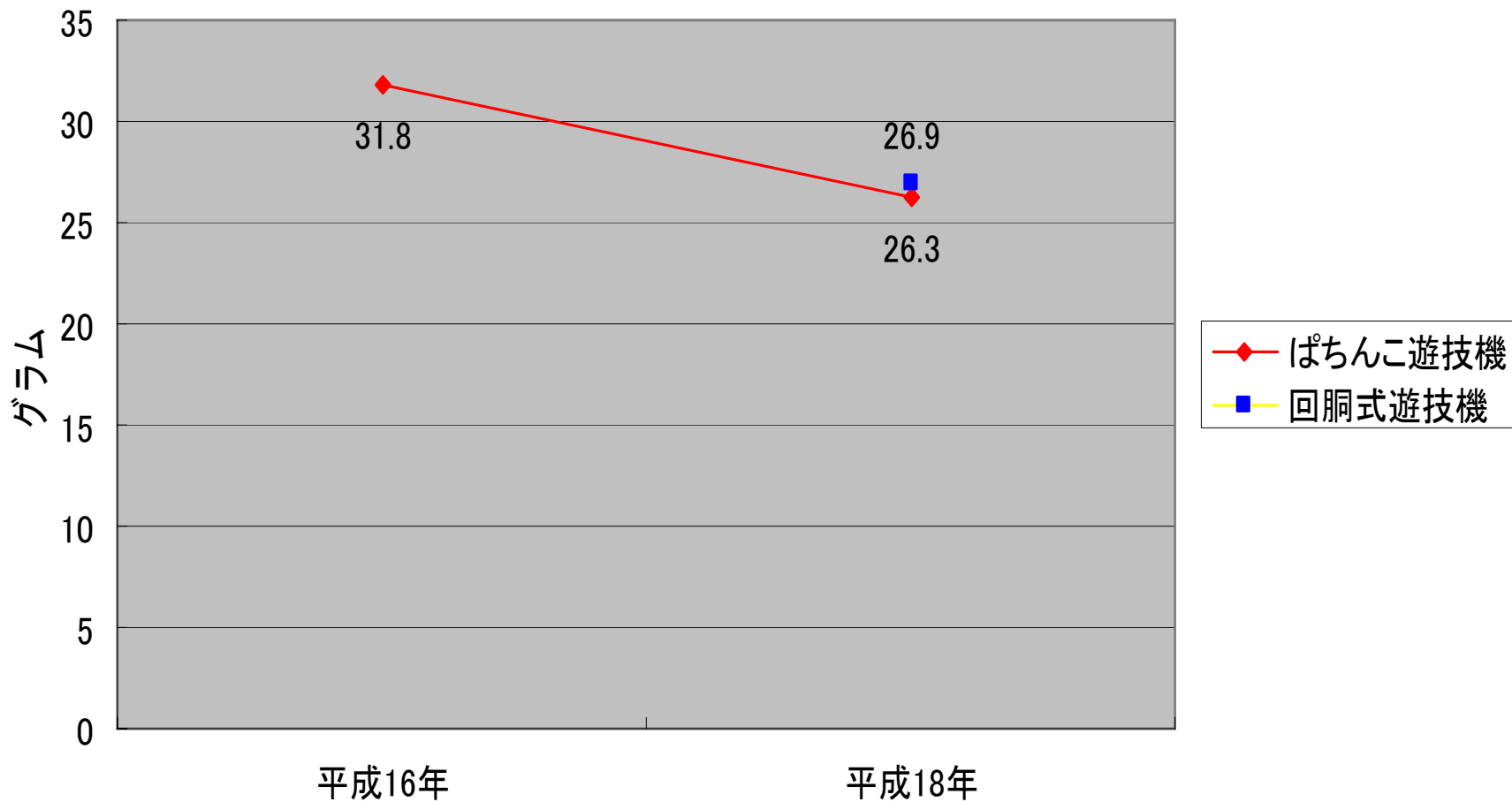


- ◇振動試験や耐久試験など完成品レベルで実施している。
(部分的にはサブASSYレベルでも実施)

環境配慮設計の取組(指定再利用促進製品関係)

環境負荷物質(鉛)の使用状況について

製品1台当りの鉛使用量(平均値)



調査方法:各メーカーにおいて販売された機種から代表的なものを抽出して調査

資料:「ぱちんこ遊技機」は日本遊技機工業組合、「回胴式遊技機」は日本電動式遊技機工業協同組合

環境配慮設計の取組(指定再利用促進製品関係)

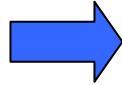
外枠のリサイクルについて(アルミ枠の採用)



再利用促進の観点から外枠を木製からアルミ製に切り替えました。アルミ枠を採用した時期は2005年4月からです。デザイン上、黒の彩色を施していますが、アルマイト処理なので再生に支障はありません。アルミ部材の製造方法は住宅の窓枠のアルミサッシと同様の押し出し成型です。四隅にあるシルバーの部品は鉄板のプレス品です。ここにあるビスを外すことにより、4本のアルミ部材(黒色)とその他の部材に分離することが出来ます。回収されたアルミ枠は解体・分別・保管し、一定量に達したらアルミ製造会社に搬送し再生またはリビルドします。

環境配慮設計の取組(指定再利用促進製品関係)

構造の工夫



- ◇ぱちんこ遊技機のガラスの取り外しを簡易化して、可能な限り再利用出来るようにしている。
- ◇ケースに収納している基板は取り外しが容易。
- ◇回胴式遊技機は機能別に各ユニットが分離し、再利用が可能となっている。

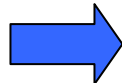


4箇所のロックを外すことで簡単に
ガラスを外すことが出来る



機能別にユニット化されている

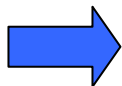
原材料等の 使用の合理化



- ◇回胴式遊技機の中古品の回収、一部の組み換えで再販売のシステムを確立。
- ◇リターン材(スプール、ランナー等の粉碎再利用)の使用。現状1成形品当り20%

環境配慮設計の取組(指定再利用促進製品関係)

包装材の工夫

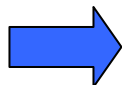


- ◇段ボールに関しては緩衝材無しで済むよう構造の工夫を行っている(写真参照)
(2004年以降から緩衝材2個を廃止)
- ◇回胴式遊技機は段ボールを小型化運用の実現
ポリエチレン袋、発砲スチロールの使用を廃止



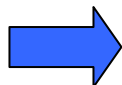
機械を段ボール箱に入れる際に緩衝材を入れずに済む様、構造を工夫して、機械のグラつき防止をしています。
(2004後半より)

原材料の工夫

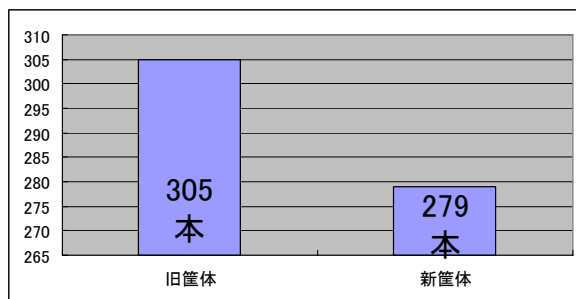


- ◇鉛フリー配線を使用。
- ◇主要な樹脂をABS、PC、POM、PMMAの4種類としている。

構造の工夫



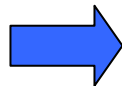
- ◇ねじを減らし、解体作業改善



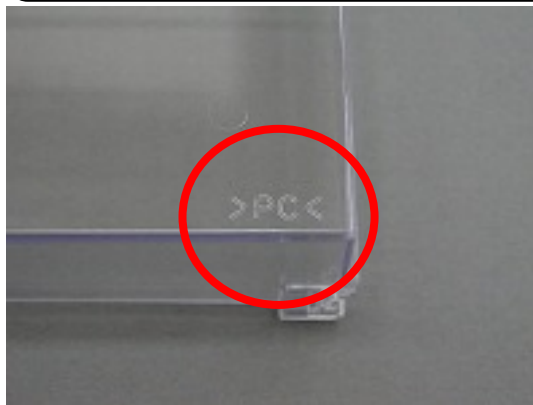
総ねじ数約8%削減
(26本減)

環境配慮設計の取組(指定再利用促進製品関係)

分別のための工夫



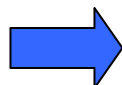
◇組合で定める表示に係る基準により、100g以上の部品にはできるだけ材料表示をする方向で取り組んでいる(写真参照)



材料表記

写真はポリカーボネート(PC)

安全性等の配慮

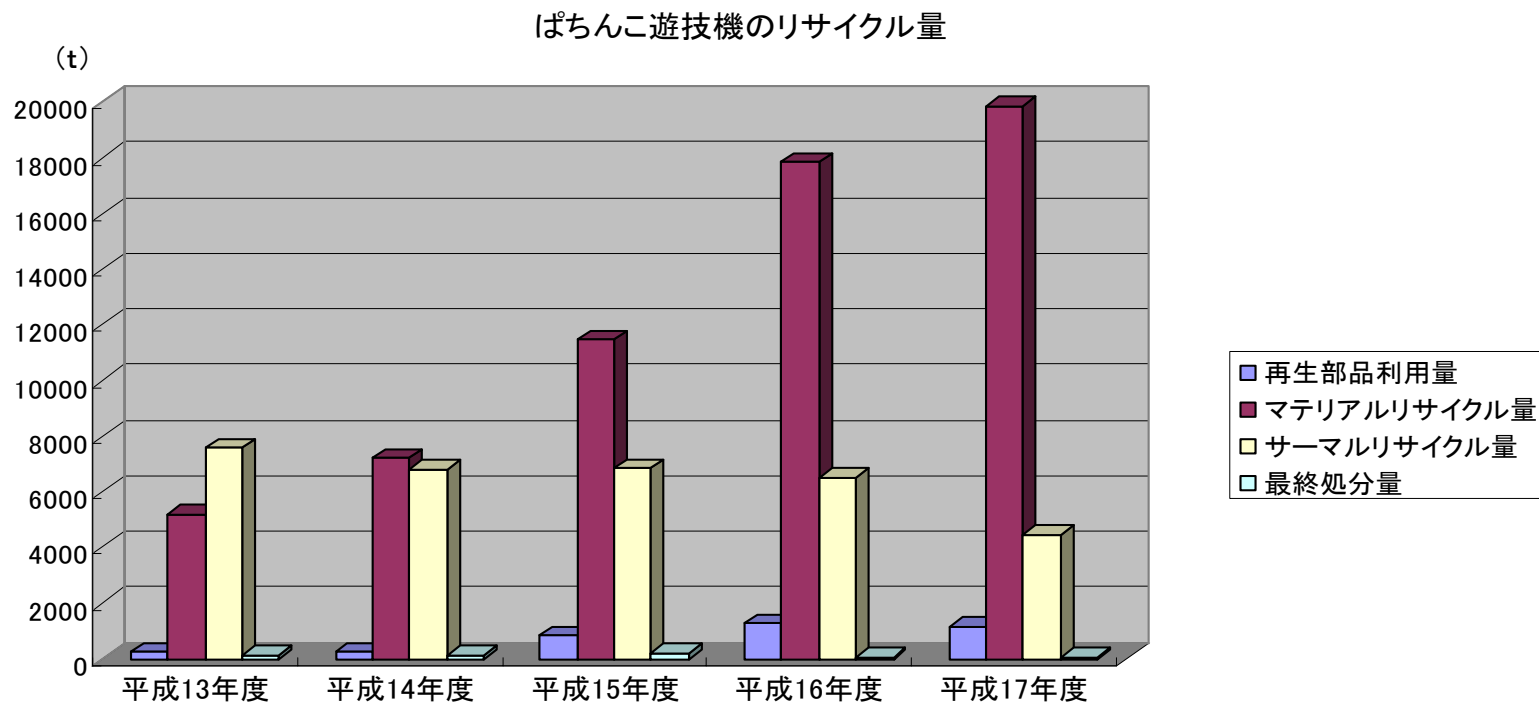


◇六価クロムや鉛が含まれる製品は採用しないよう取り組んでいる(写真参照)
(六価クロムは三価クロムに切り替え)。



回収・リサイクルの取組

ぱちんこ遊技機のリサイクル処理状況



		平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度
処理量(t)		13171.4	14418.1	19325.8	25718.7	25563.5
	再生部品利用量	249.3 (1.89%)	257.9 (1.79%)	817.4 (4.23%)	1283.5 (4.99%)	1164.1 (4.55%)
	マテリアルリサイクル量	5199.4 (39.4%)	7222.8 (50.1%)	11475.6 (59.3%)	17841.3 (69.3%)	19863.8 (77.7%)
	サーマルリサイクル量	7588.9 (57.6%)	6797.2 (47.1%)	6832.0 (35.4%)	6514.0 (25.3%)	4467.3 (17.5%)
	最終処分量	133.8	140.2	200.8	79.9	68.3

(処理量はメーカーによる処理分を示す)

資料: 日本遊技機工業組合

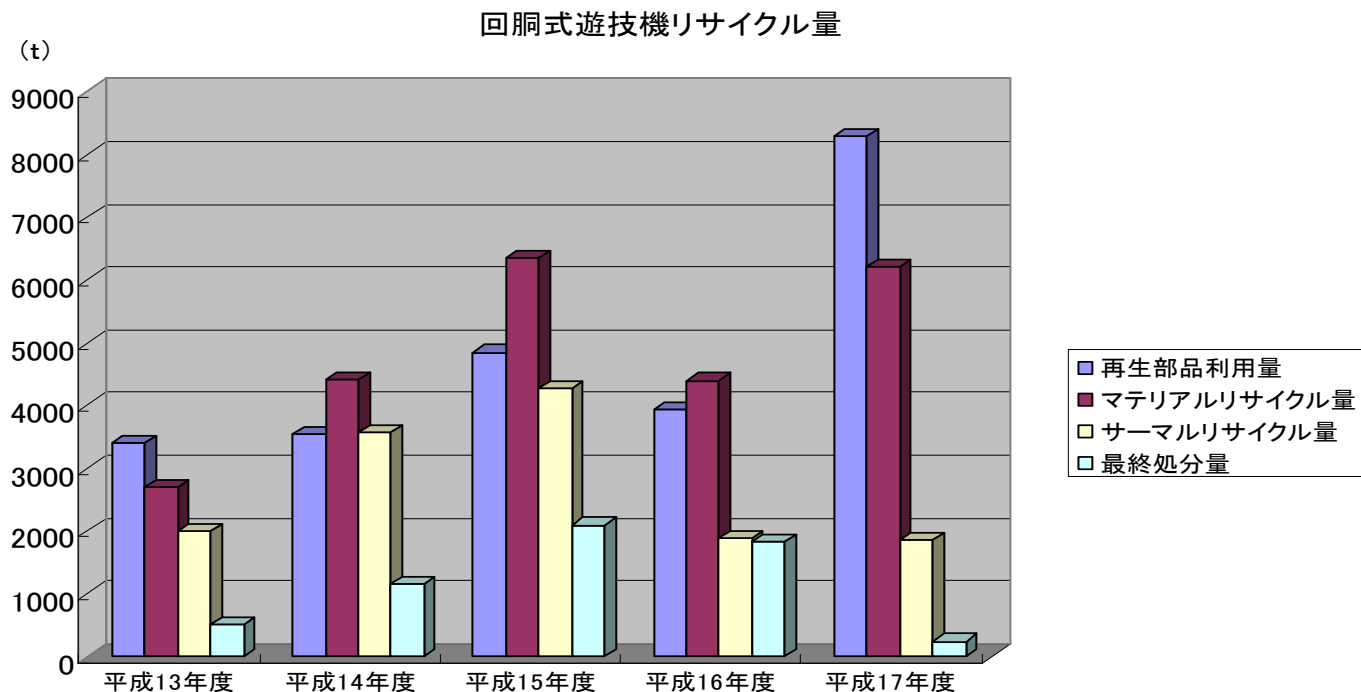
回収・リサイクルの取組

【使用済みぱちんこ遊技機の処理形態】

- ・ 処理は手解体処理が多くなってきており、おおまかに、廃プラスチック類、鉄・非鉄等の金属類、木類、基板その他の電装部品に選別されている。
- ・ 液晶、スイッチ、モータ等は再利用可能な部品として取り外され、メーカーへ戻されたり、商社等の業者に売却されたりしている。なお、処理業者に持ち込まれる廃棄台の多くは液晶が既に外されているものが多い。
- ・ 鉄・非鉄類は金属くずとして専門業者に売却されている。
鉄・ステンレス...金枠フレーム、ヒンジ、錠前、球ルール、ビス等
非鉄...真鍮くぎ、銅線（配線類）
- ・ プラスチックは、破碎し、再生資源として売却されている。セル等一部再生できないものは埋立処理される。
- ・ 木類は、一部に炭化処理して家屋の吸湿剤に利用したり、樹脂と混合成型し、合成木材に利用したりしているが、熱源利用、焼却処理が多い。
- ・ 基板類は専門の金属回収（貴金属回収）の業者に売却されている。

回収・リサイクルの取組

回胴式遊技機のリサイクル処理状況



		平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度
処理量(t)		8596.6	12698.0	17566.0	12075.0	16613.0
	再生部品利用量	3398.4 (39.5%)	3555.0 (27.9%)	4850.2 (27.6%)	3942.2 (32.6%)	8294.0 (49.9%)
	マテリアルリサイクル量	2694.4 (31.3%)	4414.0 (34.8%)	6354.4 (36.1%)	4402.1 (36.5%)	6212.0 (37.3%)
	サーマルリサイクル量	1994.8 (23.2%)	3574.0 (28.1%)	4266.5 (24.2%)	1892.3 (15.7%)	1863.0 (11.2%)
	最終処分量	509.0	1155.0	2094.9	1838.4	244.0

(処理量はメーカーによる処理分を示す)

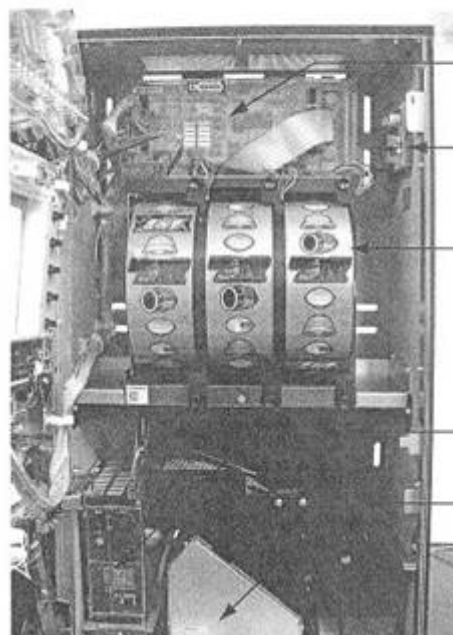
資料: 日本電動式遊技機工業協同組合

回収・リサイクルの取組

【使用済み回胴式遊技機の処理形態】

回胴式遊技機の部品の再利用

回胴式遊技機の各部の名称



主基板

外部端子板

リールユニット

電源ボックス

ホッパーユニット

再利用可能な部品

		平均重量(kg)
リールユニット	図柄を表示する回転体と駆動装置	4.50
ホッパーユニット	遊技メダルを収納する容器と払い出し装置	2.50
電源ボックス	遊技機の電源装置	1.80
ハーネス	基板同士を接続するための配線	2.50
キャビネット	遊技機の筐体	11.80
フロントドアユニット	遊技機の前面ドア部分	10.40

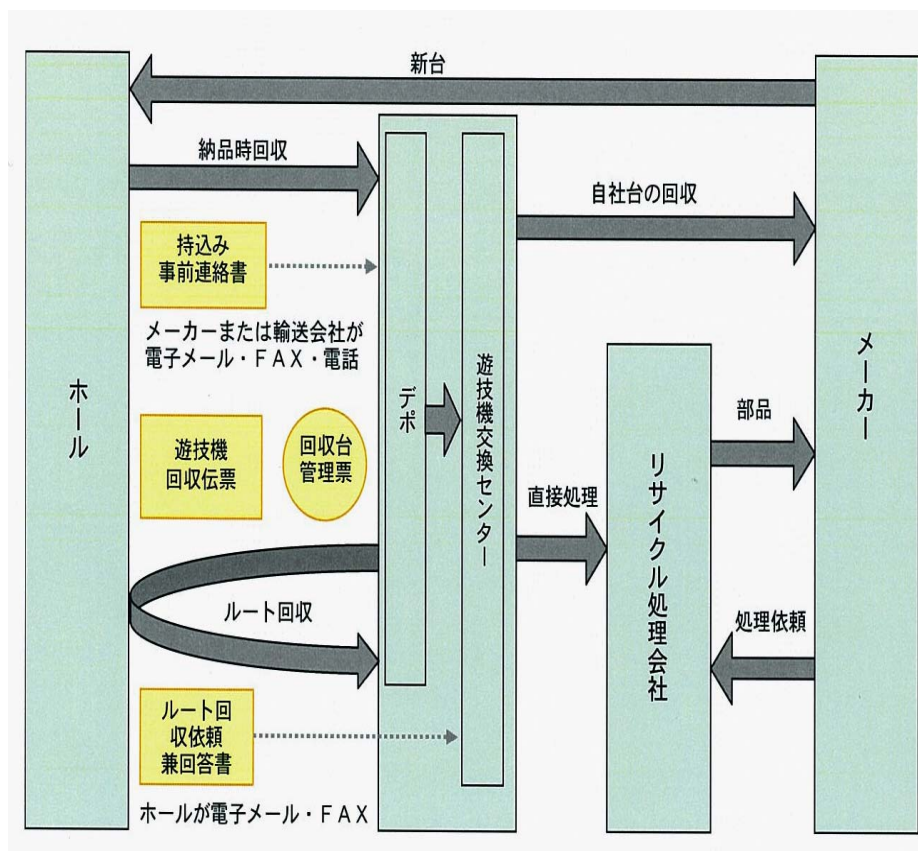
マテリアルリサイクルについては、ぱちんこ遊技機と同様に処理されている。

資料：日本電動式遊技機工業協同組合

回収・リサイクルの取組

遊技機回収システムについて

ぱちんこ機のメーカーでは、自社の遊技機のリサイクルを促進するため、遊技機回収システムを構築し、運用しています。



(回収方法の概略)

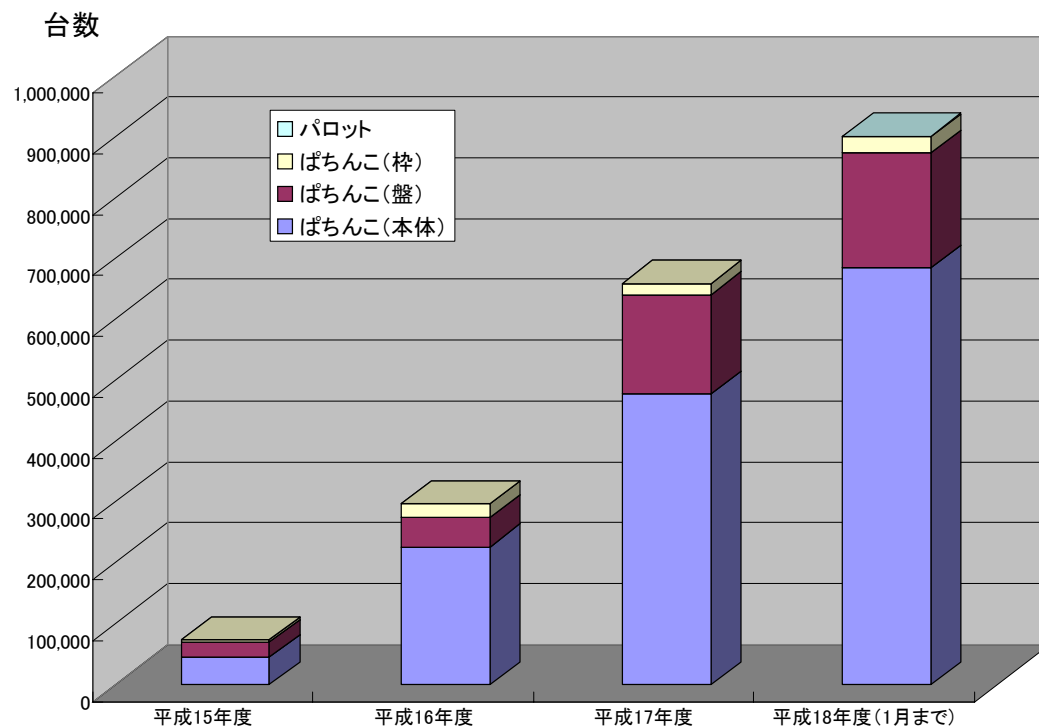
- (1) メーカーがホールへの新台納品時に納品台数と同数の回収台管理票を発行し、下取の対象となる台にこれを貼付して回収します。回収方法には、新台納品時に納品メーカーが直接回収する方法(「納品時回収」)と、指定の輸送会社がホール又はその保管倉庫を回り下取台への回収台管理票の貼付を確認して回収する方法(「ルート回収」)の2通りの方法があり、いずれも無償(メーカー費用による)で回収します。
- (2) 回収した使用済み遊技機はすべてメーカーの共同倉庫となっている遊技機交換センター(「交換センター」)へ集め、交換センターでは遊技機をメーカー別に仕分け、保管します。
- (3) 各メーカーは自社製の遊技機を交換センターから引き取ります。メーカーは引取った遊技機を自社又はリサイクル処理業者に依頼してリサイクルします。

資料: 日本遊技機工業組合

回収・リサイクルの取組

遊技機回収システムによる回収

回収量



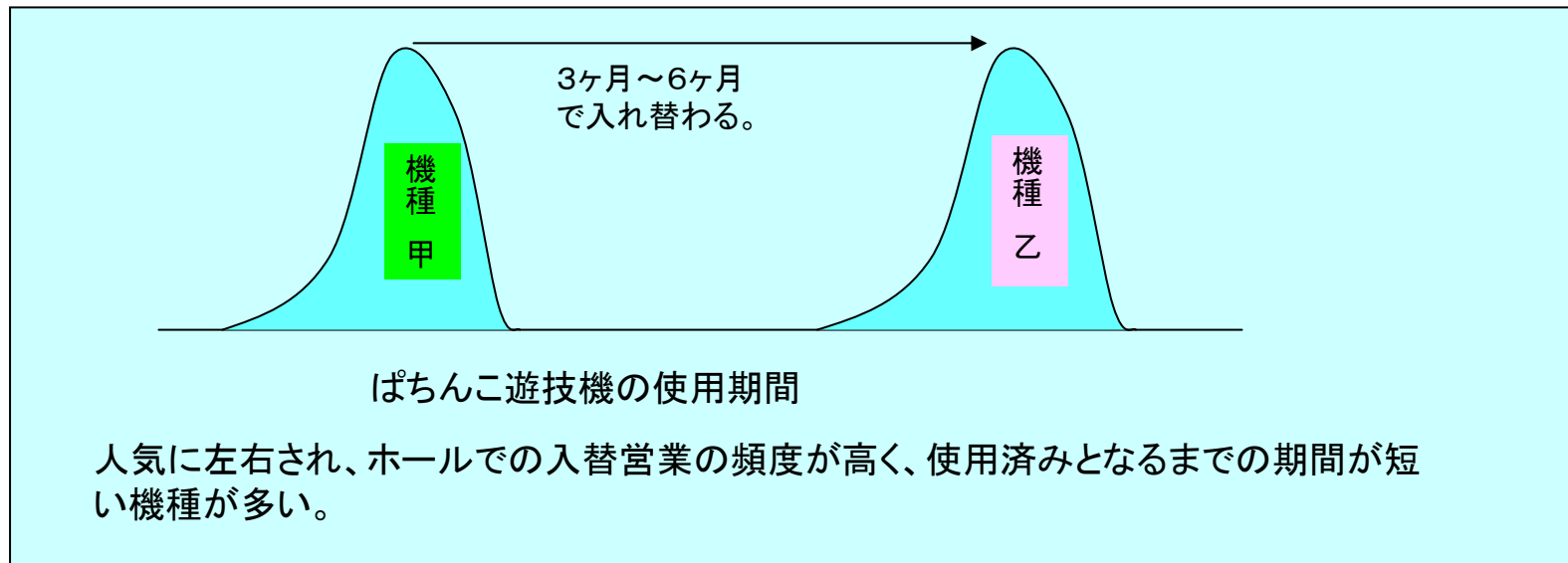
(経過状況)

- 平成15年8月から埼玉県にて遊技機回収システムの試験運用を開始。
- 平成15年10月から東京都、11月から神奈川県、千葉県、群馬県、茨城県、栃木県の1都6県にエリアを拡大。
- 平成16年1月から正式運用に入る。
- 平成16年8月から山梨県を追加し、適用エリアを1都7県に拡大。
- 平成17年7月1日から遊技機交換センターを関東と九州に設け、エリアを全国に拡大して実施。
- 平成18年4月から遊技球を使用する回胴式遊技機(パロット)の回収を開始。

	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度 (1月まで)
ぱちんこ(本体)	44,465	226,272	477,404	684,057
ぱちんこ(盤)	24,578	47,844	163,360	189,681
ぱちんこ(枠)	3,711	22,953	18,419	26,873
パロット				512
合計	72,754	297,069	659,183	901,123

資料: 日本遊技機工業組合

回収・リユースの取組



3ヵ月～6ヶ月使用した製品・部品の主な特徴

- ①初期不良が発生したものは、すでに交換されている。
- ②耐久性が問題になるほどには使用されていない。
- ③表面は、タバコの煙等により汚れている。

リユースについての考え方

遊技機としてのパフォーマンスを下げない範囲でリユースを行なう。

そのために、

- ①遊技者の遊技イメージに影響する表部分にはリユース品を使用しない。
- ②品質上問題が含まれる部品のリユースはしない。

回収・リユースの取組

リユースの前提事項

回収体制

- ①日工組回収システム
- ②自社買取回収システム

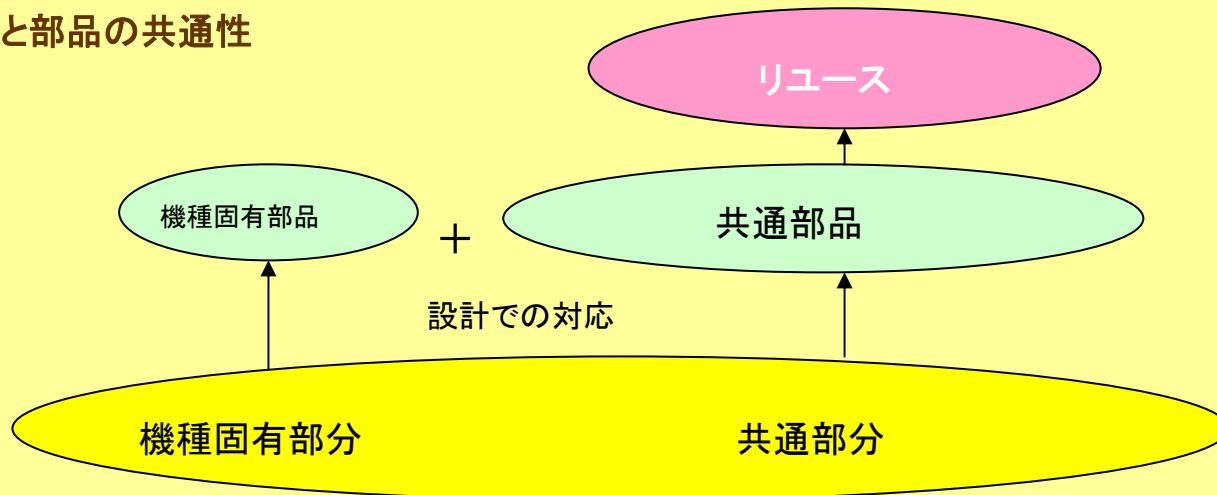
部品共通化

- ①部品のユニット化推進
- ②ユニットベースでの共通化推進
- ・機種固有部分と共通部分の分離性

リユース技術の 確立

- ①リユース品の検査基準
- ②再生方法の確立
- ③管理方法の確立

機種の個別性と部品の共通性



回収・リユースの取組

複合サブ制御基板の市場回収からリユース対象部品の取り出しの流れ

写真-1 回収した複合サブ制御基板



写真-2 基板の取り出し状態



機種固有の基板

リユース対象基板
(シリーズ間では共通仕様)

写真-3 サブ制御基板(リユース対象基板)



品質確認

- ① 外観確認(傷、汚れ)
・タバコのヤニ、等の汚れは洗浄
- ② 電氣的な動作検査
・新たなROMを挿入し総合検査
- ③ 良品判定
・新品と同等品(外観、機能)

ロットNo.(履歴管理用)

リユース対象外



機種ごとに交換(P2ROM)

リユース対象基板



ポートtoポート接続ソケット

回収・リユースの取組

ぱちんこ遊技機の分離筐体構造について

遊技機の構成(現行)



遊技機正面

=



遊技機枠 正面

+



遊技盤 正面

液晶表示ユニット
主基板ユニット
サブ制御基板



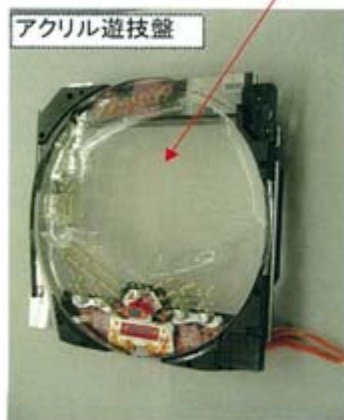
遊技盤 裏面

※遊技機枠をホールに残し、新機種の遊技盤のみを交換する事で新たな遊技機となる。
※遊技盤構成ユニットには、主基板+サブ制御基板+液晶ユニット、等を含む。

回収・リユースの取組

SSシリーズ遊技機

従来、液晶も交換対象としていたが、
本遊技機では液晶表示器も共通部
とし、交換対象部を少なくした。



アクリル遊技盤

交換対象部



液晶表示器

共通部分

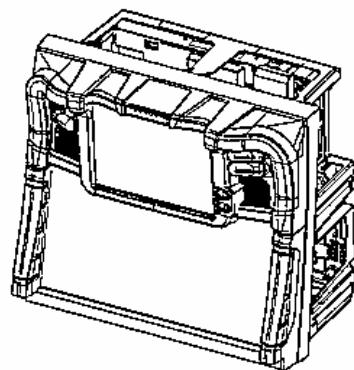


複合サブ基板

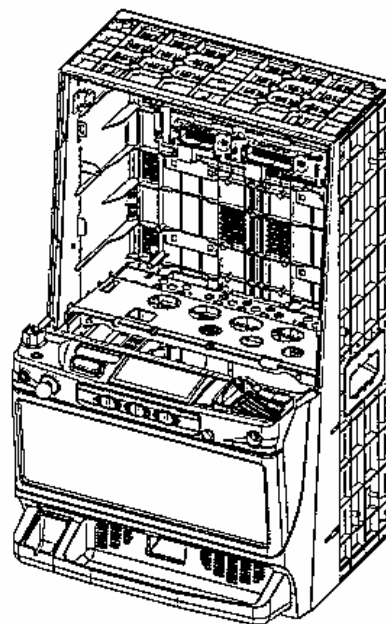
交換対象部

回収・リユースの取組

回胴式遊技機の分離筐体構造について



(回胴部)



(筐体部)

回胴式遊技機の機体を上部（回胴部）と下部（筐体部）とに分離できる構造とした。下部（筐体部）についてはどの機種についても基本機能がほぼ一緒であることから再利用が可能であり、新機種への変更の際には上部（回胴部）のみを変更することで、新機種製造に係る資源を少なくすることができる。

課題及び今後の取組

【課題】

- ・現行のぱちんこ遊技機については、部品リユースの割合が低い。
その要因として遊技性に変化を求める遊技客のニーズへの対応による機種モデルチェンジが激しく、回胴式遊技機に比べて構造的に同一部品を採用しにくいという点がある。
- ・回胴式遊技機については、筐体に使用されているMDFの再利用が課題である。
- ・同種製品への部品の再利用を促進するには、市場からの使用済み遊技機の回収による一定の数量確保と、再利用のための品質確保が必要である。

【今後の取組】

- ・ぱちんこ遊技機の部品リユースを図るため、機種固有部分と共通部分との分離構造の採用等、共通ユニット化の設計をさらに進める。
- ・回胴式遊技機のMDFの再利用については、再生MDFの物性試験を行い、リサイクル可能性を検討する。
- ・回収については、現行は納品に際しての下取りで対応しているが、広域認定制度の活用等により回収範囲を広げ、量的確保を図ることを検討する。

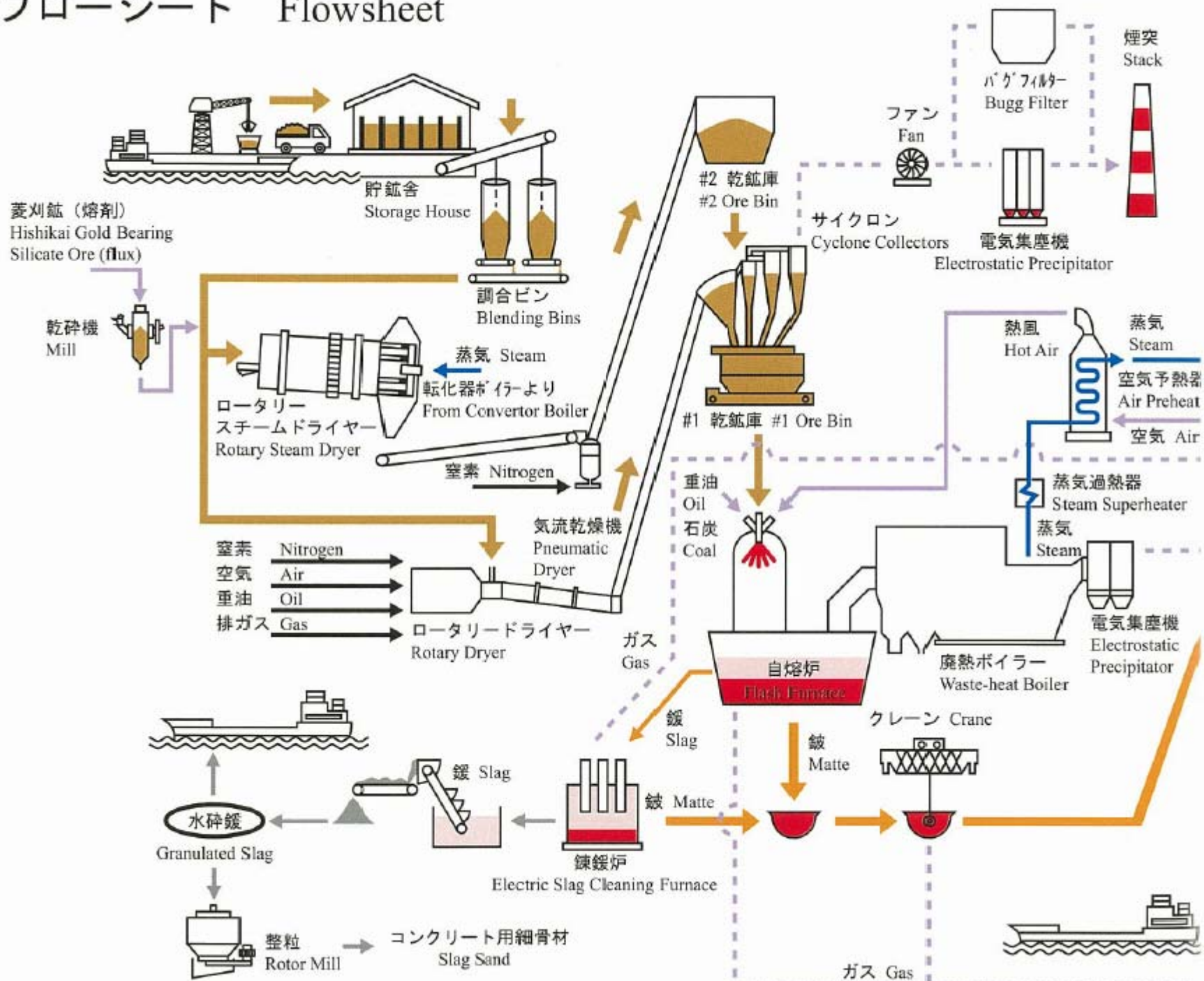
銅スラグの発生抑制と再資源化の 取り組みについて

1. 銅スラグの発生抑制と再資源化の取り組み
2. 業界の再資源化、用途開発の取り組み
3. 循環型社会構築への貢献
4. 資源有効利用促進法等に対する要望

住友金属鉱山(株)・日本鉱業協会

2007.3. 1

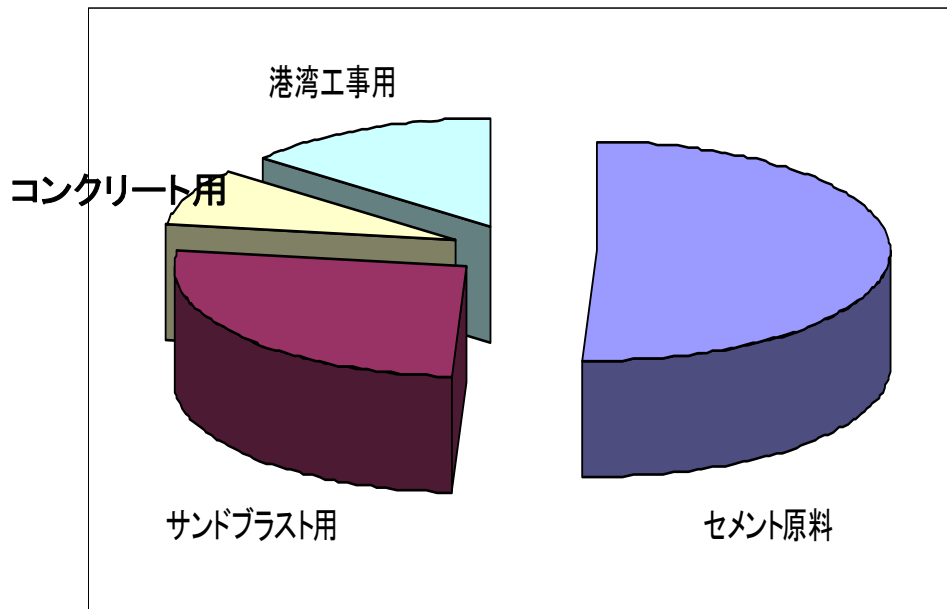
フローシート Flowsheet



銅スラグの発生

銅スラグの発生量は、基本的には精鉱の組成で決定される。

銅スラグの用途



1. 銅スラグの発生抑制と再資源化の取り組み

発生抑制

- ★ 高品位珪酸鋇の使用〈設備運転の改善〉
- ★ バーナーの精鋇と酸素の混合性を向上させるため、流体力学を用いたシュミレーションモデルの開発 〈技術〉
- ★ 負荷に見合ったバーナー形状の選定に活用
〈技術〉

1. 銅スラグの発生抑制と再資源化の取り組み

再資源化

- ★ 用途ごとの粒度に対応するため粉砕機、分級設備の導入
＜設備＞
- ★ 製品の分析、温度測定と目標値とのズレの調整
＜計測、記録＞
- ★ 管理システム、社内外規格等
 - ・品質マネジメントシステム
 - ・製品規格JISA5011-3コンクリート用骨材
 - ・その他社内標準書＜計測、記録他＞
- ★ MSDS、製品パンフレット、試験成績書等 ＜情報提供＞

2. 業界の再資源化、用途開発の取り組み

- 1) 銅スラグ骨材を使用したコンクリートの長期暴露試験
- 2) 各製錬所でのコンクリート試験の継続
- 3) 道路用非鉄スラグJIS作成委員会立上げ
- 4) 評価のため、製錬所、県道でスラグを用いた試験舗装を実施
- 5) (独)土木研究所の試験走行路で促進載荷試験の実施
- 6) 非鉄スラグ有効利用のためのリスク評価

3. 循環型社会構築への貢献

1) 非鉄金属製錬業の循環型社会構築への貢献

- ①再生資源(スクラップ等)処理の実績
- ②リサイクル事業、廃棄物処理、土壌浄化事業
の展開(既存の設備・技術の利用)
- ③循環型社会構築への要請に対応

他業界で発生する非鉄金属を含む廃棄物や再資源化原料を積極的に受け入れ、廃棄物の減容化、リサイクルに貢献。

3. 循環型社会構築への貢献

2) 他産業からの廃棄物、再資源化原料の受け入れと処理の状況等

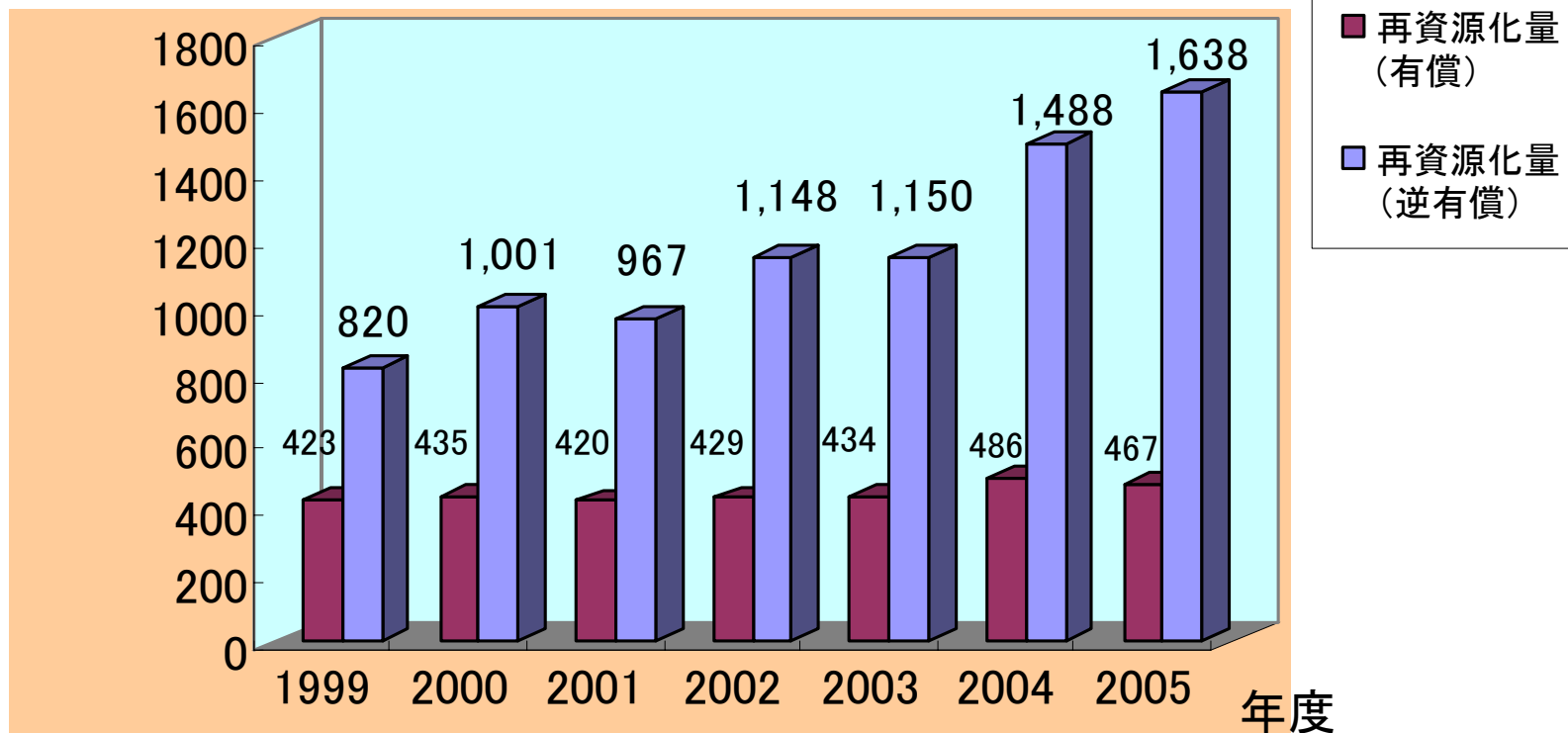
- ① ASR※から有用金属を回収する技術開発と施設の稼動(銅)
- ② 熔融飛灰の受け入れ、有用金属を回収
(銅,鉛,亜鉛)
- ③ 鉄鋼の電炉ダストからの有用金属の回収(亜鉛)
- ④ ハイブリッド自動車用二次電池を処理し、有用金属を回収する技術開発(ニッケル、コバルト)

※ASR:automobile shredder residue
自動車シュレッダーダスト

3. 循環型社会構築への貢献

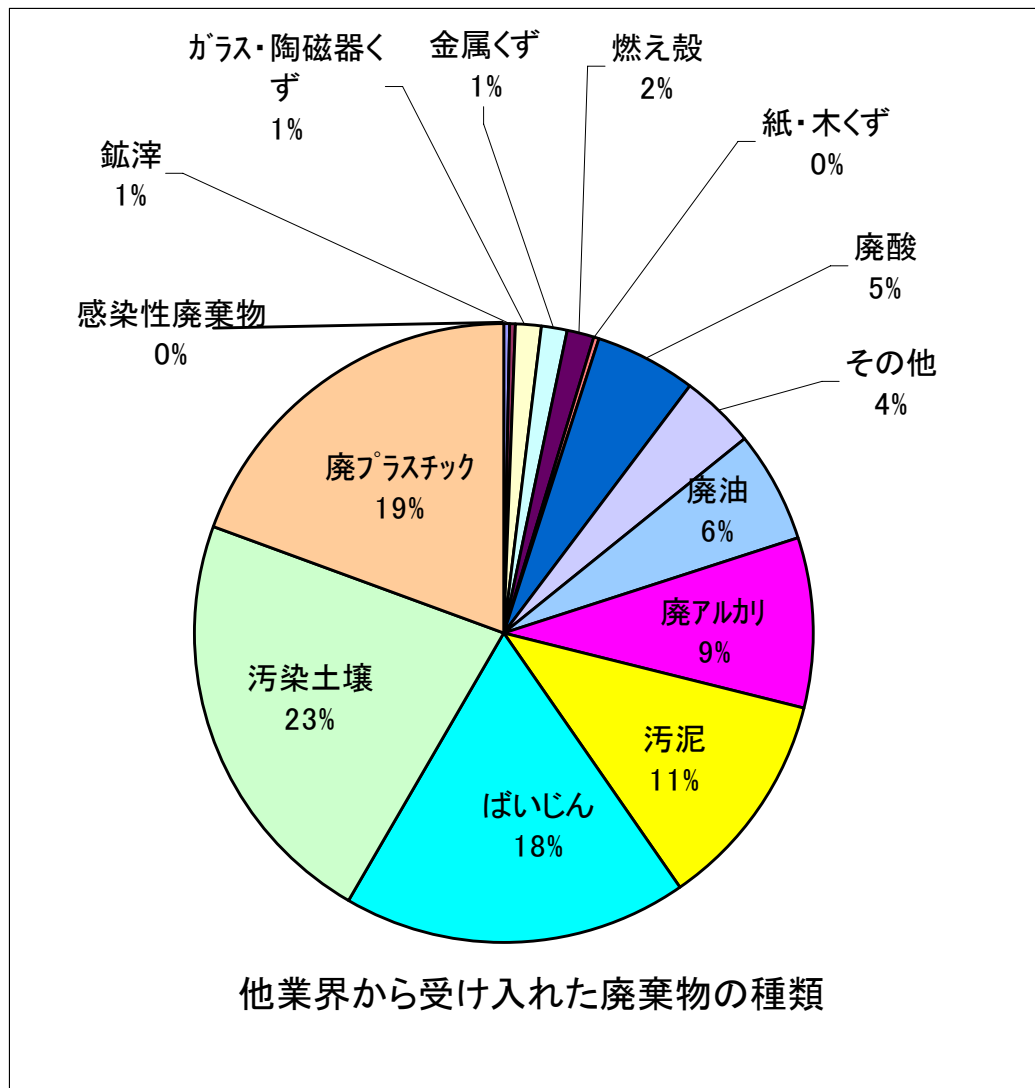
非鉄製錬における再資源化量

千トン

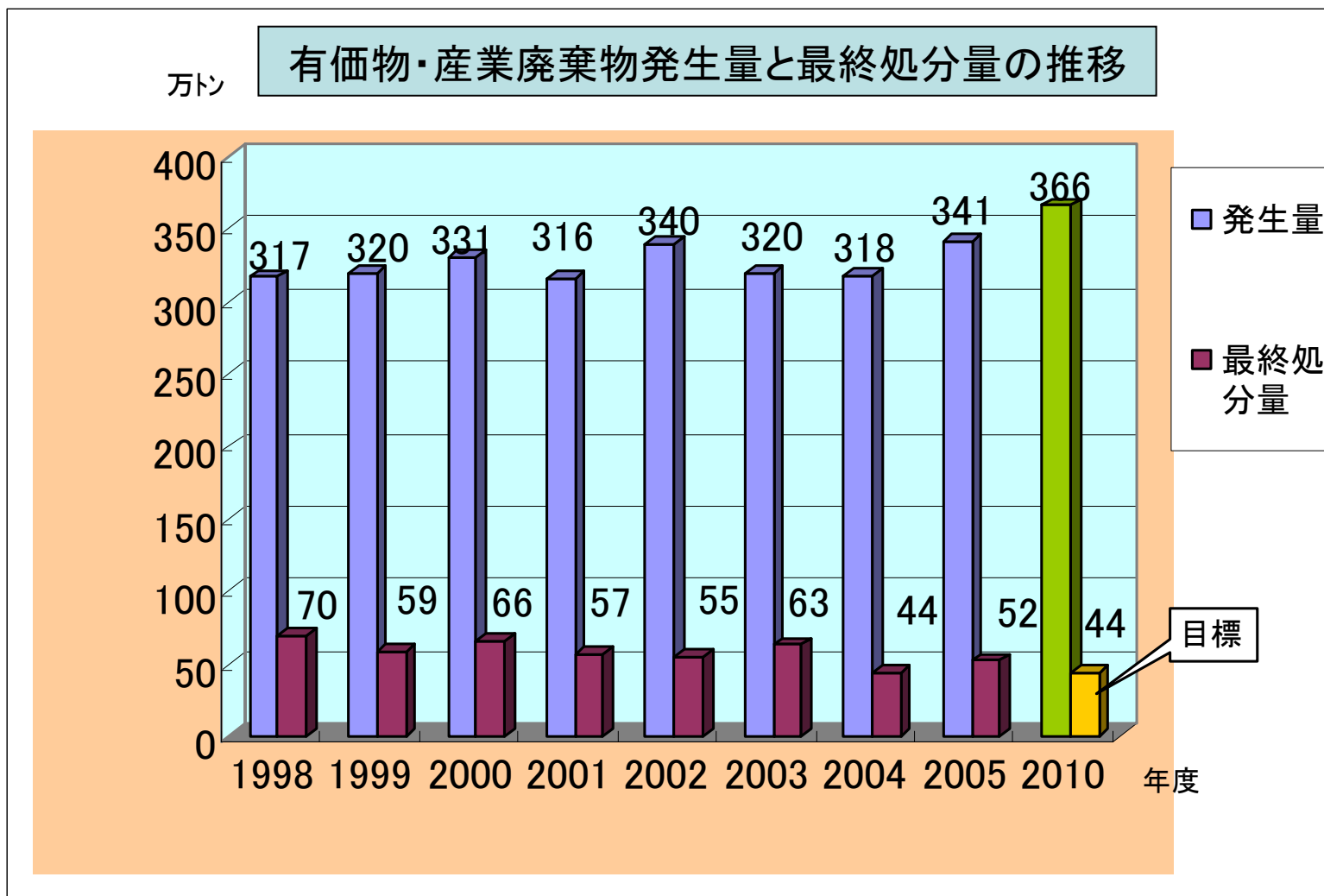


* 2005年度では2,105千トンがリサイクルに貢献

3. 循環型社会構築への貢献



3. 循環型社会構築への貢献



スラグの大半を販売⇒販路確保が重要！

3. 循環型社会構築への貢献

有価物・産業廃棄物の内訳(2005年度)



種類	t	%
ゴムくず	45	0.0%
ばいじん	14	0.0%
紙くず	131	0.0%
廃油	562	0.0%
木くず	722	0.0%
廃プラスチック類	2,142	0.1%
燃えがら	37	0.0%
金属くず	882	0.0%
がれき類	7,677	0.2%
ガラス・陶磁器くず	2,998	0.1%
廃アルカリ	9,591	0.3%
スラッジ	203,464	6.0%
スラグ	3,178,672	93.3%
計	3,406,936	100%

4. 資源有効利用促進法等に対する要望

—循環型社会構築のための非鉄スラグの地位確保—

1) 銅スラグの販路確保のための施策

- ① 用途拡大のための施策
- ② リスク評価に対する支援・PR
- ③ 製品JIS化の促進

2) 廃棄物・再資源化原料処理への支援

リサイクルを通じ、社会全体としての最終処分量の削減に貢献していることへの適切な評価方法

3) 循環型社会構築の更なる進展

リサイクルに貢献している業界に対する規制の緩和
以上

産業構造審議会環境部会
廃棄物・リサイクル小委員会
第2回基本政策WG

DOWA グループにおける 希少金属のリサイクルについて

2007年3月1日

DOWAエコシステム株式会社

リサイクル事業部 仲 雅之

鉍石からの抽出が経済的・物理的に困難な金属

こうした特徴を有する金属
(元素)群の総称 31種

2

希少金属(レアメタル)の用途 (一例)

希少金属(レアメタル)は、基礎素材産業からハイテク産業まで幅広い分野で重宝されているのみならず、身近にある様々な製品においても多用されている。

→ あらゆるシーンで欠かせない重要な金属資源

- ・鉄鋼の添加剤(耐摩耗性, 耐熱性 等)
- ・電気・電子部品(薄型テレビパネル、半導体、接点等)
- ・デジタル記録メディア(DVDなど)
- ・充電(二次)電池材料(ニカド電池, リチウムイオン電池 等)
- ・環境浄化(排ガス触媒 等)
- ・新エネルギー分野(太陽電池、燃料電池)



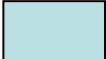
ベースメタルの副産物としてのレアメタル

レアメタルの一部はベースメタル(Cu 銅、Pb 鉛、Zn 亜鉛)の副産物として生産

元素周期律表

H																	He
<u>Li</u>	<u>Be</u>											<u>B</u>	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	<u>Sc</u>	<u>Ti</u>	<u>V</u>	<u>Cr</u>	<u>Mn</u>	Fe	<u>Co</u>	<u>Ni</u>	Cu	Zn	<u>Ga</u>	<u>Ge</u>	As	<u>Se</u>	Br	Kr
<u>Rb</u>	<u>Sr</u>	<u>Y</u>	<u>Zr</u>	<u>Nb</u>	<u>Mo</u>	Tc	Ru	Rh	<u>Pd</u>	Ag	Cd	<u>In</u>	Sn	<u>Sb</u>	<u>Te</u>	I	Xe
<u>Cs</u>	<u>Ba</u>	※	<u>Hf</u>	<u>Ta</u>	<u>W</u>	<u>Re</u>	Os	Ir	<u>Pt</u>	Au	Hg	<u>Tl</u>	Pb	<u>Bi</u>	Po	At	Rn
Fr	Ra	※※	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

<u>※ランタノイド</u>	<u>La</u>	<u>Ce</u>	<u>Pr</u>	<u>Nd</u>	Pm	<u>Sm</u>	<u>Eu</u>	<u>Gd</u>	<u>Tb</u>	<u>Dy</u>	<u>Ho</u>	<u>Er</u>	<u>Tm</u>	<u>Yb</u>	<u>Lu</u>
※※アクチノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

 : ベースメタルおよびその副産物として回収される金属等(DOWAグループ;含計画)

下線付き太赤字: レアメタル31種

非鉄金属（ベースメタル、レアメタル等）の主な用途

金属種	主な用途
銅	電線（信号線、電力線）、銅合金（コネクターなど）、銅鋳物（バルブなど）
鉛	バッテリー、無機薬品、ハンダ、鉛管、電線
亜鉛	亜鉛メッキ鋼板、真鍮鋳物、ダイカスト
金	電気接点・電子部材接合材（メッキ含む）、歯科材料、宝飾品
銀	写真感光材料、電気接点・電子部材接合材、銀ペースト配線材（PDP、太陽電池）
白金、パラジウム、ロジウム	自動車触媒、電気接点、歯科材料、宝飾品
セレン	光電池（複写機）、整流器、ガラス着色剤、合金添加剤
テルル	合金添加剤（精密機械部品）、DVD記録膜、ペルチェ素子（電子冷蔵庫）
ビスマス	鉛フリーハンダ、フェライト添加剤、ペルチェ素子
アンチモン	難燃助剤
インジウム	透明電極膜（ITO：液晶ディスプレイ、太陽電池）、化合物半導体（InP）
ガリウム	化合物半導体（GaAs：携帯電話、コンピュータ、赤色LED； GaN：青色LED）、
カドミウム	ニカド電池、耐熱エンジン部品
ゲルマニウム	PET樹脂用触媒、光ファイバー添加剤、蛍光体
ニッケル	ステンレス、ニカド電池、メッキ材料、磁性材料
錫	ハンダ、青銅鋳物、メッキ材料

下線付き太赤字：レアメタル31種

小型電気・電子機器中の金属含有率(分析結果の一例)

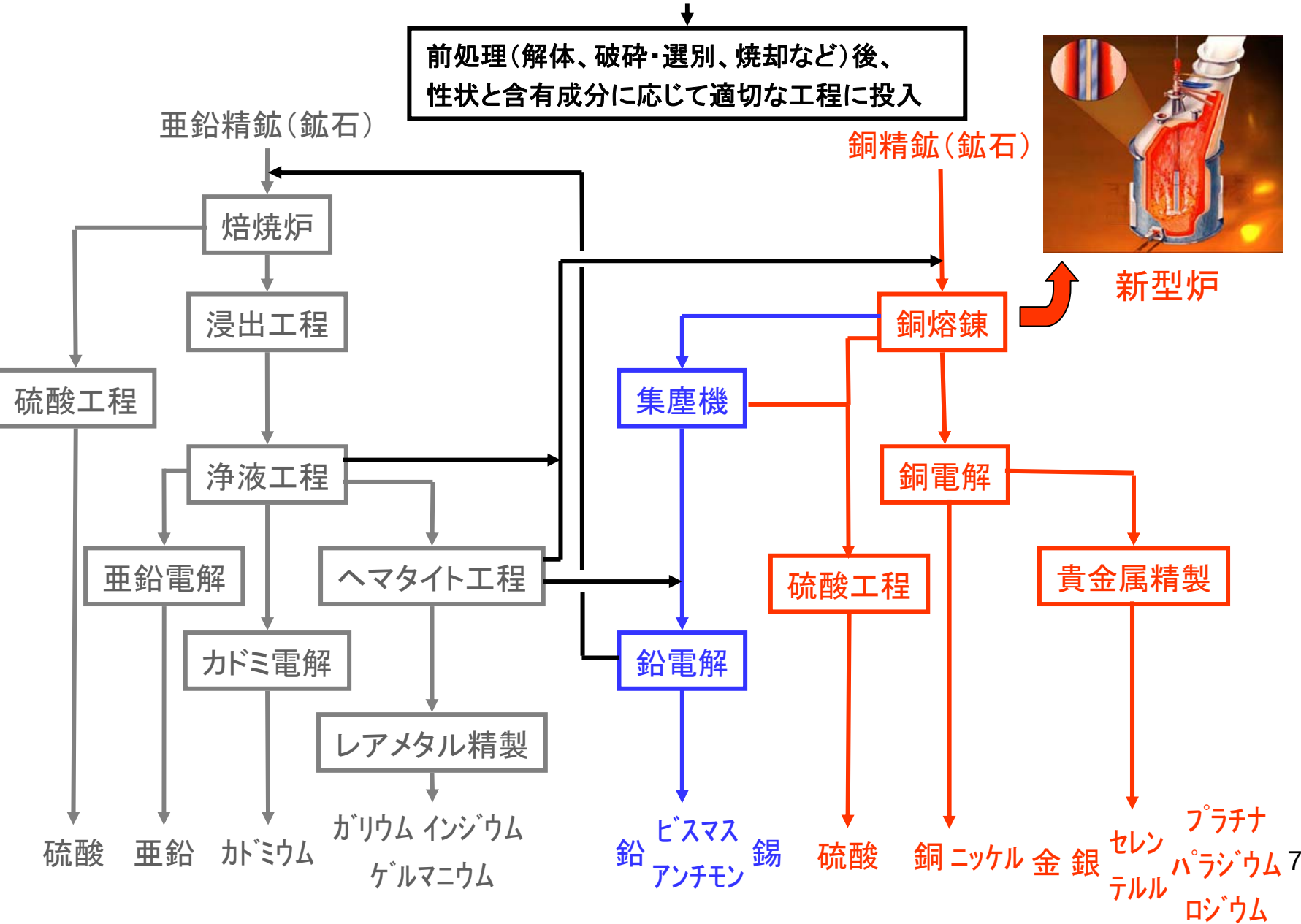
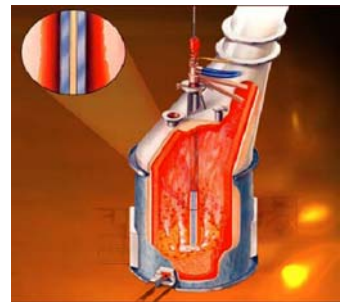
品目	重量 g/台	金 g/t	銀 g/t	銅 %	パラジウム g/t	鉛 %	ビスマス %	セレン %	テルル %	亜鉛 %	カドミウム %	水銀 %	砒素 %
携帯MDプレーヤー	100	230	1,400	8.7	10	0.003	0.001	<0.001	<0.001	0.022	0.002		<0.001
携帯CDプレーヤー	170	130	1,210	5.5	6	0.180	0.002	0.001	<0.001	0.003	0.002		0.010
携帯カセットプレーヤー	140	40	850	8.2	6	0.140	0.004	0.004	<0.001	0.008	<0.001		0.006
デジタルカメラ	360	170	500	5.6	4	0.020	0.040	<0.001	<0.001	0.005	0.001		<0.001
デジタルビデオ	930	100	630	6.9	30	0.190	0.013	0.001	<0.001	0.011	0.001	微量 検出	0.014
携帯音楽プレーヤー	50	500	2,400	11.3	50	0.400	0.003	0.001	<0.001	0.011	0.002		0.023
携帯電話 (電池を除く)	80	400	2,300	17.2	100	0.370	0.020	<0.01	<0.001	1.40	<0.01		0.003
(参)銅精鉱 小坂製錬所		40	1,300	18	2	4	0.1	0.5	0.5	4	0.5		0.5

製錬プロセス(小坂製錬所・飯島製錬所)



リサイクル原料

前処理(解体、破碎・選別、焼却など)後、
性状と含有成分に応じて適切な工程に投入



銅熔錬での各金属の挙動

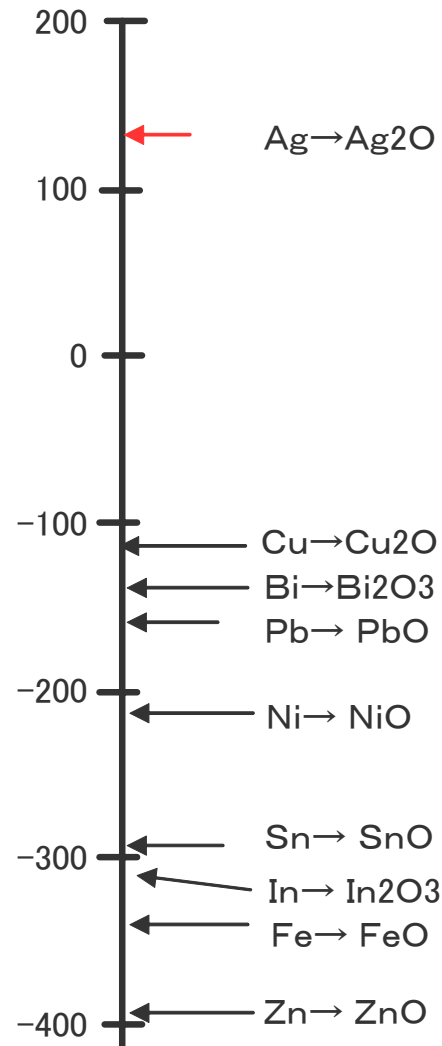
酸化物の標準生成自由エネルギー変化

ΔG_f° [kJ/molO₂]

酸化し難い



酸化し易い



粗銅に移行



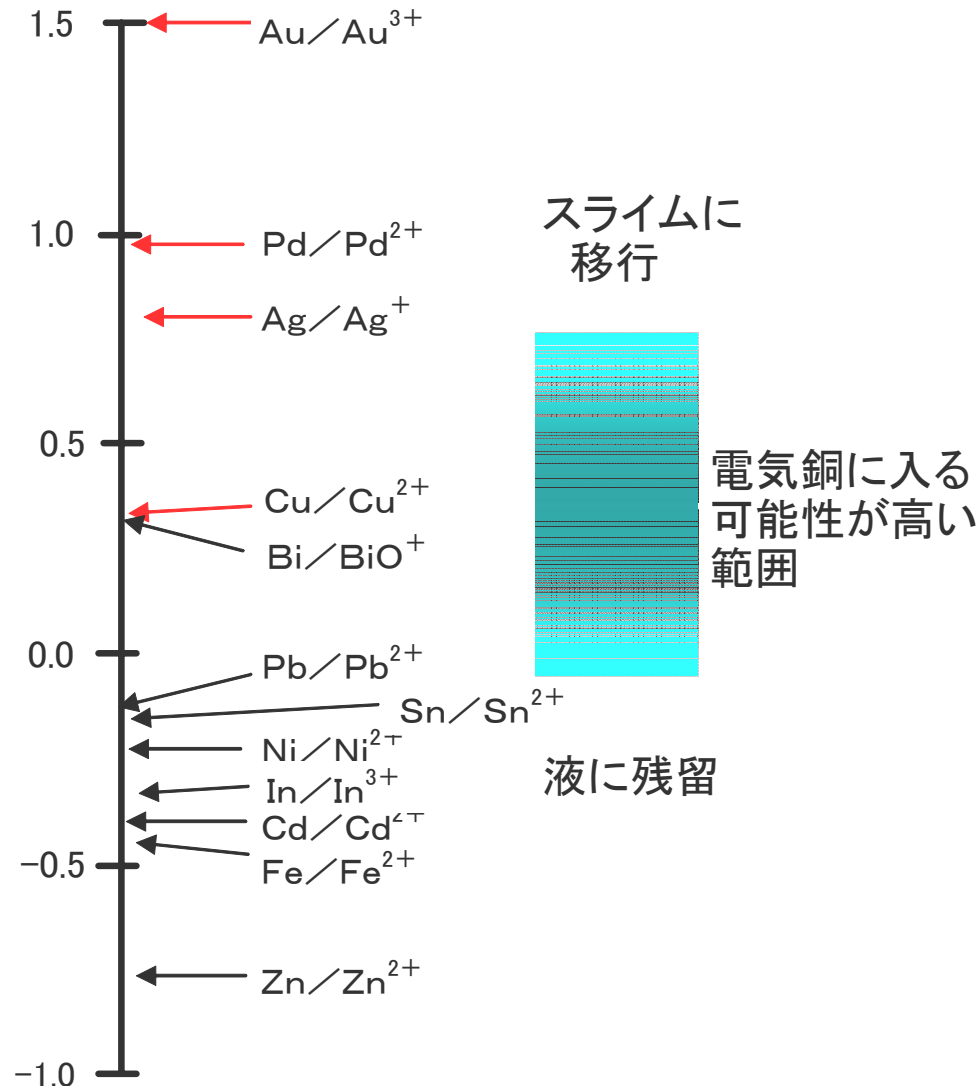
スラグに固定

蒸気圧の高いZn、Pbは揮発後、
集塵機で捕集

銅電解での各金属の挙動

標準電極電位

E° [volt]



リサイクル原料の例

制御基板



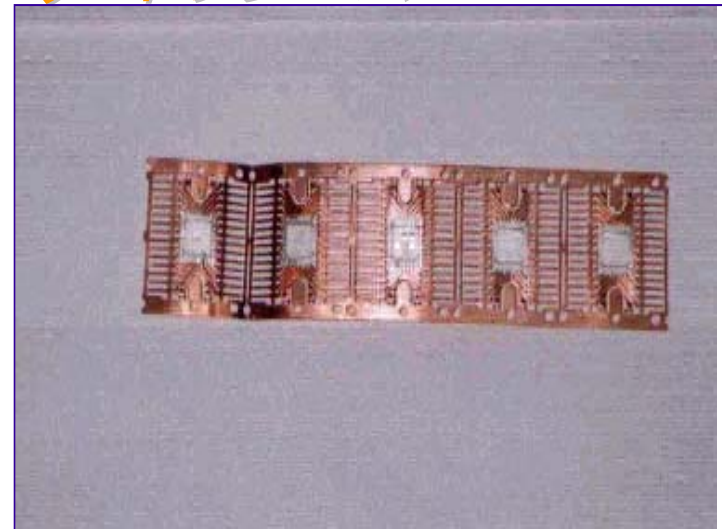
酸化銀電池



自動車触媒



リードフレーム



リサイクル原料の例

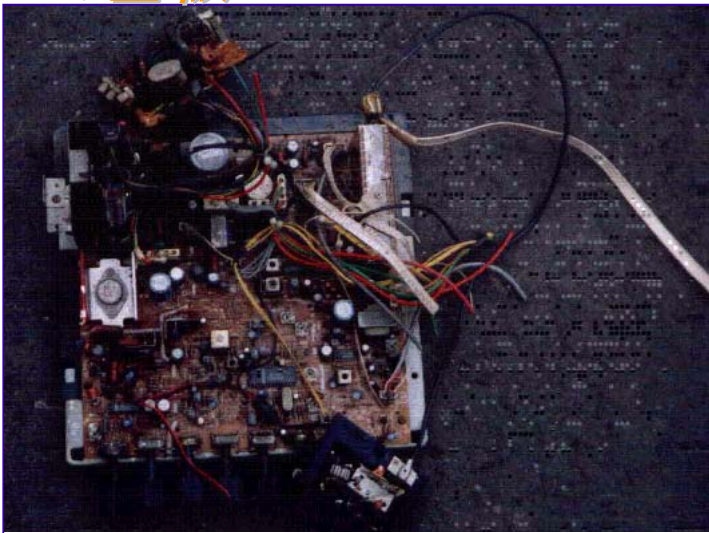
携帯電話



OA機器破砕屑



TV基板



自動車破砕屑 (ASR)



金属リサイクルの経済的背景

- リサイクル原料のほとんどが「使用済み製品」ではなく、電気電子部品製造工場等で発生する打ち抜き屑や端材、そして他製錬所の製錬中間物・副生成物

金属種	工場排出品	使用済み製品
銅	リードフレーム屑：約100%	電気製品中：数%～20%
インジウム	ITOスクラップ：70%	液晶パネル：ppmオーダー
ガリウム	化合物半導体屑：50%	電気製品中：ppmオーダー

- 使用済み電子・電気製品の場合は金の含有率が経済価値を決める

パソコン基板	含有率	金属単価	バリュー
金	300 g / t	$\times 2,500\text{円} / \text{g} =$	75万円 / t
銀	2,000 g / t	$\times 50\text{円} / \text{g} =$	10万円 / t
銅	15 %	$\times 70\text{万円} / \text{t} =$	10万円 / t

(参考)ブラウン管テレビの基板中の金は10～20g/t

- 鉄鋼添加剤としてのレアメタルは分離回収不能

希少金属リサイクルの課題



インジウム

- **経済性の克服**: 収集運搬コスト, 小ロット, 分別・処理コスト 等
(天然資源と同等の経済性をいかにもたせるか?)
 - ・ 大量回収・生産体制の実現, 環境配慮型設計(DfE) 等
- **技術革新**: 経済性が困難→回収技術の開発が進まない
 - ・ 回収技術の高度化, 小ロットでも経済性を失わない技術の開発
- **海外インフォーマルセクターとの集荷競争**: 不透明な処理の排除と輸入促進
(使用済み電気製品のほか、電気電子部品製造工場等の排出物や
他製錬所の製錬中間物・副生成物を含めて)
 - ・ 排出者ガバナンス(産業界・家庭、海外・国内)を徹底する情報提供と啓蒙
 - ・ 不正輸出入を許さない国際的な監視体制
 - ・ 我が国での適正なリサイクル処理(輸入)を促進する国際的な協力関係構築
(バーゼル条約とは別途の協定締結など)

産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会
第 1 回基本政策ワーキング・グループ
議事要旨

1. 日時：平成 19 年 1 月 29 日（月）14:00～16:00
2. 場所：三田共用会議所 3 階 大会議室
3. 参加者：別紙参照
4. 配布資料：
 - 資料 1 議事次第
 - 資料 2 委員名簿
 - 資料 3 基本政策ワーキング・グループの設置について
 - 資料 4 資源有効利用促進法について
 - 資料 5-1 循環型社会形成推進基本計画の 3 指標の推移について
 - 資料 5-2 資源有効利用促進法の取組状況（要旨）
 - 資料 5-3 資源有効利用促進法の取組状況（概要）
 - 資料 5-4 資源有効利用促進法の取組状況（本編）
 - 資料 6 今後の検討スケジュールについて参考資料
5. 議題：
 - （1）基本政策ワーキング・グループの検討事項等について
 - （2）資源有効利用促進法の概要及び施行状況について
 - （3）その他
6. 議事内容：
 - ・ 事務局より委員の紹介
 - ・ 座長選出
 - ・ 座長挨拶
 - － 資源有効利用促進法の前身である再生資源利用促進法が制定されたのは 1991 年になる。それ以降、循環型社会構築に向けた取組は一定の成果を上げてきたところであるが、国内外の意識の高まりを受け、一層の飛躍が望まれている。例えば、①量から質への転換、②プロダクトチェーンやライフサイクルを踏まえた対応の高度化、③海外との連携を踏まえ国際社会において中心的役割を担っていくことなどが挙げられる。
 - － 資源有効利用促進法においては、様々な業種・製品を対象としていること、プロダクトチェーンの上流サイドに着目していることなどが特徴となっている。法律の思想や理念も含めて改めて議論いただきたい。
 - ・ 事務局より配布資料の確認
 - ・ 審議官より挨拶

(1) 基本政策ワーキング・グループの検討事項等について

(資料 3 に基づき、基本政策ワーキング・グループの検討事項等について、事務局より説明)

(2) 資源有効利用促進法の概要及び施行状況について

(資料 4～5 に基づき、資源有効利用促進法の概要及び施行状況について、事務局より説明)

- ・ 2007 年から循環基本計画の見直しもスタートすることとなっており、資源有効利用促進法に関する本 WG の議論についても、必要なものは基本計画に取り込むことも可能かと思われる。また、京都議定書目標達成計画（目達計画）との繋がりについても認識しておくことが必要。
- ・ 前回の改正は循環基本法の制定後であったが、基本法そのものを踏まえた見直しがされたとは言い難い。廃棄物処理とリサイクルだけではない理想の姿を追求してほしい。
- ・ 廃掃法と資源有効利用促進法とで棲み分けがなされている。資源有効利用促進法ではものづくりに焦点が当たっており、国民の認知度が低く、排出者からの視点が弱い。例えば、海外流出を想定していないことなどが課題であり、関係主体を取り込んで議論していくことが重要。
- ・ 廃棄物として排出されたものをもう一度循環資源としてリサイクルさせるような視点も必要。
- ・ 資源有効利用促進法は事業者の自主的取組という意味合いが強く、自治体としては補完的な役割が主であると認識している。例えば、住民へのリサイクル促進に対する指導・啓発などがそれにあたる。
- ・ パソコンのリサイクルなど政省令で義務化されている取組については、自主的というよりは義務化と捉えていきたい。
- ・ 各企業が前向きに取り組んできているが、生活者の声を聞いてものをつくることに一層取り組んでほしい。
- ・ 海外への流れが懸念される。例えば、海外へ流出した廃棄物が地下水汚染を引き起こし、その土地で収穫された食品を我が国が輸入するということも考えられる。回収されたものがどこへ向かうのかという点について、リスク管理を徹底してほしい。
- ・ 法律で定められている事項について遵守しない企業が出たことを踏まえ、行政には審議の内容を企業に知ってもらうような指導・啓発にも注力してほしい。
- ・ 資源有効利用促進法については存在感が薄い。これは、廃掃法と資源有効利用促進法と

の棲み分けが不十分であることに起因すると思われる。前者は排出者責任に、後者は製造者責任が特徴的であり、発想が異なっている。例えば、企業による直接回収のルートを増やすにも、廃掃法の広域認定制度はあるものの、自主的なものは受け入れられにくいことから制度が硬直化している傾向がある。

- ・ 副産物対策についても廃掃法との棲み分けが不明確である。例えば、グループ企業間でのリサイクルについては廃掃法の許可が障害となっているケースがある。また、もっとサプライチェーンを活用した取組があってもよいと思われる。
- ・ 3R 政策と温暖化政策がリンクしていない。むしろ、一方の政策が他方にとっては逆行するということもある。その辺りの整理を明確にし、分かるように伝えてほしい。
- ・ 製品のライフサイクルは長く、ライフサイクルの一部だけについてリサイクルを考えるという話ではない。資源の有限性や 3R を突き詰めるという意味でトレーサビリティに着目してほしい。
- ・ 有害性や希少性も重要であるが、製品の消費ステージから後に繋げるための回収システムが重要。そういう意味で、デポジットの適用可能性についても検討してほしい。
- ・ サービサイジングの概念を資源有効利用促進法にリンクさせてほしい。
- ・ 企業の自主的取組については、取組内容が見えないことが多い。どのような効果があったのかを評価する仕組みが必要。また、次の製品の購入につながらないとメーカーも張り合いがないのではないか。
- ・ 太陽光パネルやエコキュート、燃料電池などの新規製品についても、大量に排出され出してからではなく、製造している段階から 3R を検討すべき。
- ・ 物質フローの最上流からの視点で意見を述べさせていただく。
- ・ 資源生産性の目標値が低いので、飛躍的に向上させる必要がある（日本はその能力を有している）。そのためには、本 WG での検討が、産構審の動脈側での議論に踏み込んでいき、ものづくりのパラダイムを変えていく必要がある。例えば、刺身で出汁をとるようなものづくりはやめる、余計なものを作らない（求められた機能に応じたものを作る）など。
- ・ 「ゆりかごからゆりかごへ」を「母体から母体へ（大地から大地へ）」へと、さらに押し進めていくことが必要。資源の最上流で今何が起こっているのかを認識すべき。
- ・ 日本経団連では、産業廃棄物の最終処分量削減の自主行動計画として、2010 年に 1990 年比 75%削減を目標として定めている。既に 90 年比 84%を削減しており、目標を前倒しで達成している。そのような現状を踏まえ、産業界としても 3R に積極的に取り組んでいきたい。
- ・ 産業界の業種別の代表が本 WG には出席していないので、関係業界の意見聴取の場を是

非設けていただきたい。

- ・ 市場原理と規制との関係性、在り方についての考え方を整理する必要がある。例えば、資源価格が高騰すれば、企業は市場原理に従って省資源化に取り組む。
- ・ 温暖化と 3R の問題についても整理が必要。多大なエネルギーをかけてもリサイクルする方が果たしてよいのか。
- ・ 温暖化と 3R の関係についてはしっかりと整理してほしい。別問題という捉え方ではなく、横の連動をとってもらいたい。
- ・ 一般廃棄物の排出量は横這いで推移している。リサイクルチャネルの出発点は消費者であるが、市民が資源ごみを分別しても、褒められたり怒られたりすることもない。市民にとってみれば、無価値だから捨てるわけであるが、その一方でリサイクルプロセスには費用がかかっている。そういった点で消費者の役割があると思われる。
- ・ 消費者にいかに目を向けさせるかの工夫が必要。法律ではなく、エコプロダクツを買ってもらうような仕組みができないか。そういう意味で流通、マスコミ、自治体の役割が大きい。これらをうまく巻き込んで市民が実感できるような仕組みとすることが重要。目に見える形で自分に戻ってくるという環を結んでいくことと、それをどう伝えていくかを検討すべき。
- ・ 携帯電話は資源有効利用促進法の対象外であるが、有用資源が豊富に含まれているほか、有害物質も含有している。資源セキュリティ、汚染セキュリティの両面から検討する必要がある。
- ・ モノの流れが見えない部分があり、その部分を明らかにし、フローをコントロールしていくことが必要。そういう意味で、流通にどのように協力してもらうのが重要。
- ・ 環境配慮設計（DfE）をどのように取り込んでいくかが重要。この分野は日本が世界をリードしており、スタンダードを取れる立場にいる。
- ・ 廃棄物処理法の適用にあたっての配慮規定はどの程度発動されているのか。
- ・ カドミウムやタングステンなど資源のフローについてはどの程度把握しているか。
- ・ 鉛やカドミウム、六価クロム、ヒ素などの有害性については、どの程度把握しているか。

（事務局）

指定再資源化製品に指定されているパソコンの製造事業者等は、資源有効利用促進法に基づく認定を受けており、それにより同法の「廃棄物処理法における配慮規定」が働き、廃棄物処理法に基づく広域認定を取得している。

レアメタルについては経済産業省で調査している。調査結果がまとまった時点で報告させていただく。

有害性については、省内の化学物質の安全性について所管している部署と相談の上、

報告させていただく。

- ・ 第2～4回のWGでは事業者からのヒアリングが予定されている。双方向からのコミュニケーションによる意見の吸い上げができるように配慮してほしい。
- ・ 中小企業への対応という視点が必要。
- ・ サプライチェーンやライフサイクルを考慮したデータの流れを意識してほしい。
- ・ 欧州規制や国際規格による業界への影響は小さくない。EUでは法と規格の分担が明確であるが、日本でもこれらをバランス良く組み立てることが重要。
- ・ 日本の上場企業を対象にした研究では、環境パフォーマンスと企業収益に正の相関があるとの報告がなされている。環境への取組が競争力向上に寄与することを認識してもらうことが重要。
- ・ 企業の環境対応は限界に来ているという見解があるが、ビジネスモデルを変えることでやれることがまだまだある。例えば、流通の仕方を変更したり、サービサイジングを政策的に促進していくことなどが考えられる。企業が取り組んでみてもよいと思えるような法制度が提案できればよい。

＜ヒアリング対象とする事業者、検討用資料として必要なものについて＞

- ・ レアメタルのリサイクル産業（回収も含む）をヒアリング対象として検討してほしい。
- ・ 有害性（特に液晶パネルのヒ素に懸念を持っている）についても資料を提供してほしい。
- ・ 廃棄物の定義の問題にも関わってくるが、鉄鋼業へのヒアリングは是非実施してほしい。
- ・ レアメタルについては、回収業よりも製錬業の方が話が早いと思われる。回収は廃掃法の業者に限らず聞ければよい。
- ・ DfEの観点からは、自動車、家電、パソコンのメーカーへのヒアリングを実施してはどうか。
- ・ 鉄鋼業についてはポテンシャルが大きく、まだまだ取り組める余地があると思うので、是非ヒアリングを実施してほしい。
- ・ レアメタルを使用している磁石メーカーへのヒアリングを検討してほしい。
- ・ シリコンのリサイクルについてもヒアリングをしてほしい。
- ・ 今までに他の検討の場で数多くのヒアリングが実施されている。ヒアリングの実施にあたっては、事務局で既存の議事録等を精査し、重複などがないように配慮した上で、何

を尋ねるかを設定してほしい。

- ・ 小売、家電等の量販店へのヒアリングを実施してほしい。
- ・ バイオマス関連でのヒアリングをお願いしたい。例えば、木材・食品廃棄物関連やバイオマス資源など。
- ・ リデュースは発生抑制ではなく、投入抑制の視点が必要。投入資源は減っているが、輸入資源はむしろ増加している。ドメスティックな議論に終始しており、川上で何が起きているかの視点が欠落している。鉱山では恐るべきことが起きている。川上へのトレサビリティを重視してほしい。例えば、ノキアはタンタルをコンゴ民主共和国から輸入するのをやめた。CSR の視点を取り込んでいくことが必要。
- ・ 循環基本計画の課題についても考慮すべき。
- ・ 環境基本計画ではエコロジカルフットプリントの限界も考慮した上で盛り込んでいる。
- ・ 現行の資源有効利用促進法では国内の産業がターゲットとなっているが、今回の検討にあたり、バウンダリーをどこに設定するのか。
- ・ 日本の現状や世界の動向を踏まえた上で、バウンダリーを広めにとって議論していくことを想定している。また、自主的取組や情報共有などの視点も含め、将来へ向けての話として間口を広げて検討していきたい。
- ・ 環境に配慮した製品であることを消費者にどのように伝えていくかが重要。そのためのよい方法を研究している人がいれば紹介してもらうのも一案。

以上

非鉄金属資源の安定供給確保のための戦略

非鉄金属資源の多くは、自動車・IT関連製品などの製造に不可欠な原材料。特にレアメタルは、我が国製造業の国際競争力の源であるハイテク製品（ハイブリッド車・太陽電池等）等の原材料としても必須。また、レアメタルの多くは、中国、南アフリカなど、特定の資源国に偏在。

【主な用途】

タングステン	超硬工具、特殊鋼、フィラメント	レアアース	磁石、二次電池
プラチナ	自動車排ガス触媒	銅	電線、電子材料
インジウム	透明電極（液晶パネル）、太陽電池	亜鉛	自動車用メッキ鋼板、合金

【資源の偏在（主要国からの輸入比率（2004年））】

タングステン	中国87%、米国3%、韓3%	レアアース	中国92%、仏4%
プラチナ	南アフリカ77%、ロシア13%	銅（鉱石）	チリ50%、ペルー12%
インジウム	中国71%、加8%、米国6%	亜鉛（鉱石）	豪23%、ペルー21%

我が国の非鉄金属確保を巡る環境の変化と対応

国際資源需給に大きな影響を及ぼす、以下のような構造変化等を受け、国際需給の逼迫や国際価格の高騰を経験。資源獲得競争も激化。

中国等の新たな資源大消費国が出現し、世界市場が拡大。また、中国は資源輸入国化。

BHPビリトン、リオチント等海外資源メジャーが巨大化。市場支配力、資金力を拡大。

価格高騰を受け、資源ナショナリズムの動きが顕在化。

多様な非鉄金属の特性に応じ、資源セキュリティ確保のため多面的・総合的なアプローチを戦略的に展開。

国際需給の逼迫化を受け、非鉄金属の国際価格は急騰。

	03年 2月	06年 2月
タングステン (\$/MTU)	42	170 (4.0倍)
プラチナ (US\$/トロイオンス)	681	104 (1.5倍)
インジウム (US\$/kg)	103	989 (9.7倍)



＜探鉱開発の推進＞

激化する資源獲得競争の中で、資源確保に向けた、総合的・多面的な対策を強化する。

- ▶アフリカなどリスクの高い地域における探鉱開発に対する融資等を積極的に実施。（JOGMEC、JBIC等）
- ▶偏在の著しいレアメタルの供給源多様化に向け、JOGMECによる海外資源調査を推進。
- ▶我が国企業の資源権益確保上の交渉力向上に向け、鉱山における低コスト・高効率な資源生産技術を開発。
- ▶資源国における投資環境改善のため、APEC等のマルチ会合のほか、EPA等の政策協議の場を積極的に活用。

＜リサイクルの推進＞

使用済製品等からの非鉄金属資源の再利用を促進する。

- ▶製品中のレアメタル含有情報の提供・活用方策につき検討。
- ▶リサイクルコストを低減するため、最終製品から金属資源をリサイクルするための技術開発を推進。
- ▶民間企業が行う製品開発において、リサイクルが容易となる材料・構造の工夫を促進。
- ▶リサイクル原料の輸入円滑化のため、輸入手続の運用改善等につき検討。

＜代替材料の開発＞

レアメタルの機能を代替する新材料の開発を拡大する。

- ▶タングステン、レアアース、インジウムの機能を代替する材料開発に向け、ナノテクの応用技術など、革新的基盤的研究開発に着手。
- ▶民間企業においては、性能向上、省使用化のための技術開発を推進。

＜レアメタル備蓄＞

官民協調によるレアメタル備蓄について、備蓄物資の機動的な保有・売却を実施していく。（現在の保有日数は35日分（備蓄目標は60日分）。）

- ▶レアメタル備蓄制度（国備、民備）における官民の役割分担について検討。
- ▶対象鉱種、機動的な備蓄物資の放出手順等につき検討。

＜その他の取組み＞

- ▶マテリアル・フロー調査により、国内におけるレアメタルの詳細な流れを把握する。
- ▶レアメタルの需給動向等に関する調査・統計を充実させる。
- ▶海外で資源開発に従事する人材を育成するため、JOGMEC、国際資源大学校等における研修関連事業を強化する。

委員名簿

<座 長>

浦辺 徹郎	東京大学大学院 理学系研究科 教授
川崎 勝久	松下電器産業(株) 国際商事本部長
北川 三雄	新日本製鐵(株) 常務取締役
北爪由起夫	(独)日本貿易保険 理事
小塚 睦実	三菱商事(株) 代表取締役常務執行役員・ 金属グループCEO
白根 武史	トヨタ自動車(株) 調達本部 常務役員
高山 剛	大同特殊鋼(株) 代表取締役会長
竹中 裕之	住友電気工業(株) 常務取締役
貫井 孝	シャープ(株) 取締役 電子デバイス事業統轄
野崎 茂	国際協力銀行 理事
福島 孝一	住友金属鉱山(株) 取締役社長
福田 開作	触媒化成工業(株) 取締役社長
前田 正史	東京大学 生産技術研究所 所長
松田 英三	読売新聞社 論説委員
松田 憲和	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 副理事長
吉川 廣和	同和鉱業(株) 代表取締役社長・CEO
吉田 紀史	信越化学工業(株) 武生工場長

検討経緯

- 第1回 議題 平成17年12月15日(木)開催
最近の非鉄金属資源情勢について
今後の検討課題について 等
- 第2回 議題 平成18年2月10日(金)開催
主要非鉄金属資源の特性とマテリアル・フローについて
海外資源開発に係る現状と課題について 等
- 第3回 議題 平成18年3月31日(金)開催
製造産業等におけるレアメタルの安定
供給確保に係る取組の現状と課題 等
- 第4回 議題 平成18年4月20日(木)開催
レアメタル備蓄について
代替材料開発等について
論点整理(案)について
- 第5回 議題 平成18年5月31日(水)開催
資源戦略研究会報告書(案)について

非鉄金属資源の安定供給確保に向けた戦略

<報告書>

平成18年6月

資源戦略研究会

目 次

はじめに	1
1. 非鉄金属資源の需給に関する現状認識	2
(1) 国際的な需給構造の変化	2
① 需要構造の変化	2
② 供給構造の変化	3
(2) 我が国の非鉄金属需給の状況	3
(3) 我が国の資源確保をめぐる環境変化	3
(4) 海外における資源確保の動き	4
① 海外資源メジャーの動向	4
② 海外政府の動向	5
③ 資源開発対象地域の拡大	6
2. 資源の安定供給確保に係る戦略的対応の必要性	7
(1) 非鉄金属資源の安定供給確保の重要性	7
(2) 安定供給の確保に向けた取組み	7
① 戦略的・総合的な取組みの必要性	7
② 短期的・中長期的対応の両面からの取組みの必要性	8
③ 鉱種毎の供給リスクに応じた戦略的な対応の必要性	9
3. 安定供給の確保に係る取組み	11
(1) 中長期的な視点からの取組み	11
① 探鉱開発等による原料確保のための取組み	11
② 資源国との関係強化のための多面的・総合的な取組みの強化	14
③ リサイクルの推進	16
④ 代替材料開発	19
(2) 短期的な供給不安定化への対応(レアメタル備蓄)	20
(3) 上記の取組みの基盤となる環境整備	21
① レアメタルの需給動向等に関する調査・統計の充実	21
② 探鉱開発等に係る人材育成	22

(別紙)レアメタルに関する鉱種別の政策課題

〈はじめに〉

我が国の非鉄金属の安定供給確保を巡る環境は、今世紀に入ってから大きく変化している。

第1に、レアメタルを含む多くの非鉄金属について、過去数年間に、国際需給の逼迫や国際価格の高騰を経験してきている。今年に入ってから、こうした傾向は更に強くなっており、ロンドン金属取引所に上場する非鉄金属(銅・鉛・亜鉛・ニッケル・アルミニウム等)の価格は、現在、史上最高値を更新し続けている。国際原油価格と同様、こうした金属の国際価格は、数年来、高水準で推移してきたが、今年に入ってから、大規模な投機資金の流入により、ファンダメンタルズを反映した価格水準を大幅に上回る価格水準となっているものと考えられる、今後引き続き、国際価格高騰による国際需給へのインパクトや我が国の資源確保に与える影響を注視していく必要がある。

第2に、非鉄金属資源の消費量は世界的に拡大を続けている。経済成長を続けている中国においては、非鉄金属消費が急速に拡大し、その多くについて世界最大級の消費国となっている。また、中国は、世界有数のレアメタル生産国であるが、経済成長に伴う内需の拡大を背景に、輸出抑制的な政策を講じている。この結果、中国は、銅・ニッケル等については資源輸入国であり、我が国と競合関係が生じている一方で、レアメタルについては資源供給国であり、我が国の中長期的な安定供給確保に関する懸念が生じているところである。中国に続き、インド、ロシア等においても、金属消費は拡大傾向にあり、非鉄金属の需給構造の変化が進展する中で、エネルギー資源同様、非鉄金属資源についても、国際的な資源獲得競争が激化するに至っている。

平成17年12月、資源エネルギー庁に設置された資源戦略研究会では、以上に述べた資源需給を巡る国際情勢を踏まえ、非鉄金属資源の安定供給確保に向けた取組みについて、議論を重ねてきたものであるが、今般、その経過を踏まえて、「非鉄金属資源の安定供給確保に向けた戦略」としてとりまとめたものである。

本報告書は、現在までに、経済産業省において体系的に検討されてきた「新・国家エネルギー戦略」に示される問題意識を共有しつつ、鉱物資源の安定供給確保の観点から、より具体的なアプローチを提言するものである。本戦略において提言されたアプローチが具体化され、我が国の非鉄金属資源、レアメタルの安定供給確保が図られることを期待したい。

平成18年6月
資源戦略研究会

1. 非鉄金属資源の需給に関する現状認識

(1) 国際的な需給構造の変化

中国・インド等における経済発展を背景に、銅、鉛・亜鉛、タングステン、モリブデン、インジウムなど、多くの非鉄金属資源の消費が世界規模で拡大を続けている。また、国際市場規模が拡大する中で、市場への投機資金の流入や需給逼迫への懸念を背景として、近年、非鉄金属価格は、急激な上昇を経験している。こうした傾向は、2006年に入ってから継続しており、ロンドン金属取引所に上場する非鉄金属(銅・鉛・亜鉛・ニッケル・アルミニウム等)の価格は、急激な上昇傾向を示している。例えば、国際銅価格については、1998年以降、概ねトン当たり、1,500ドル～2,000ドル程度で推移していたが、2003年以降急速に上昇。2005年10月には、史上初めてトン当たり4,000ドル台、2006年5月12日には、8,788ドルを記録するに至っている(過去の最高値は、1988年12月8日3,693ドル)。

こうした最近の国際価格の急上昇の背景には、鉱山でのストライキ、自然災害や暴動の発生などによる一時的な生産中断のような、短期的な要因ではなく、非鉄金属資源の国際市場規模が急成長する中で、発生している多様な需給構造の変化、例えば、生産者の寡占化のような供給構造の変化と、中国等新たな大資源消費国における継続的な需要拡大といった需要構造の変化がある。

① 需要構造の変化

新興の資源消費国として BRICs 諸国は急速な成長を続けており、特に、中国は、米国を抜き、世界最大級の資源消費国となっている。中国は、非鉄金属の主要産出国であるが、中国国内の需要増大から、鉛、亜鉛、ニッケルなど、資源輸出国から資源輸入国に転じており、さらに輸入を急増させている。また、ロシア、インドについても、中国と比較すれば、銅の消費量は低水準にあるものの、過去5年間(2001～2005年)で、ロシアは約150%、インドは約40%の増加を示している。

また、こうした需要変化の中で、国際価格が急上昇している一部レアメタル(タングステン・レアース等)について、当該鉱種の一大生産国でもある中国において、急拡大する内需を優先するため、輸出増徴税(輸出品に対する付加価値税)の還付率の引き下げ、輸出関税の引き上げ等、輸出抑制的な措置が講じられるに至っており、結果として、これらレアメタルの国際価格の高騰を経験する等、供給制約の発生につながる可能性についても強く認識されたところである。

② 供給構造の変化

アングロアメリカン社、リオティント社、BHPビリトン社等の海外資源メジャーの寡占化が急速に進行し、供給構造が変化しつつある。海外資源メジャー7社の銅鉱石生産量のシェアは1990年代には約3割であったが、現在は5割に拡大している。海外資源メジャーは、巨大な資金力をもとに、銅・亜鉛等のベースメタル、白金等レアメタル、ウラン、鉄鉱石、石炭等、幅広い鉱物資源の探鉱開発を強力に進め、個別鉱種の国際的な供給水準や価格水準の決定に大きな影響を与え得る存在となっている。

(2) 我が国の非鉄金属需給の状況

従来、我が国においては、亜鉛、鉛、銅、タングステン、インジウム等の非鉄金属を産出していたが、2006年3月、豊羽鉱山(北海道)が生産を休止したことにより、国内における大規模な非鉄金属鉱山は菱刈鉱山(鹿児島県)を残すのみとなった。現在、国内鉱山からの亜鉛・鉛・インジウム等の生産は行われておらず、過去において、1990年代において15%前後(2005年は7%)を自給した亜鉛についても、全量を海外に依存することとなった。

一方、近年における我が国のレアメタルを含む非鉄金属の需要動向をみると、1990年代には、景気の低迷を背景として、その多くについて消費量の伸びが低迷したものの、近年では、IT・自動車向けを中心として、主要な産業分野において、非鉄金属資源の消費量は拡大傾向を示すものが多い。

こうした状況の下で、例えば、今後の生産拡大が見込まれる液晶パネル用透明電極に用いられるITO材として使用されるインジウムや、自動車排ガス浄化用触媒や燃料電池の触媒として不可欠なプラチナなど、特定の用途に利用される非鉄金属について、資源の安定供給確保の観点から、注目度が高まりつつある。

(3) 我が国の資源確保をめぐる環境変化

我が国企業の海外資源確保は、ワンサラ鉱山(ペルー、鉛亜鉛鉱山)のように、探鉱開発技術を有する鉱山会社が自ら海外で探査権益を取得して探鉱開発を行うケースもあるが、多くは、鉱山会社及び商社が、国による支援策を活用しつつ、海外資源メジャーが進める大規模プロジェクトに参入することを通じて実現してきた。我が国企業が、世界最大の銅鉱山であるエスコンディーダ鉱山(チリ、海外資源メ

ヤー最大手BHPビリトン及びリオティントとの共同事業)の開発に参画する等、1980年代後半以降、着実に成果を積み重ねている。我が国企業は、海外鉱山に対して、開発段階から積極的に参入を図ってきた結果、2005年における自主開発比率は、銅は約39%、亜鉛は約13%、ニッケルは約25%(中間製品を含む)に達している。こうした自主開発比率の上昇により、買鉱交渉や海外での権益獲得交渉におけるバーゲニングパワーの向上にもつながっており、我が国の資源の安定供給に貢献している。

このように、我が国の鉱山会社や商社が、海外資源メジャーによる大型の探鉱開発プロジェクトへの参入を実現してきた背景としては、過去において、海外資源メジャーが、鉱石の売却先として世界最大級であった我が国市場の規模、及び、我が国企業の資金調達力を念頭に、我が国企業と共同で探鉱開発に当たってきたことが大きい。

しかしながら、近年においては、海外資源メジャーは、鉱石の売却先として、近年の経済成長により更なる消費拡大が見込める中国市場への急速な接近を図っており、また、海外資源メジャー自らが資金力を飛躍的に増大させていることから、上記の意味での我が国企業との連携を必要としない状況になりつつある。

この結果として、海外資源メジャーの開発プロジェクト(探査が実質的に終了し、開発準備中のプロジェクト)に参入していくといった、我が国の鉱山会社や商社が海外探鉱開発で成果を挙げてきたアプローチのみによっては、海外における探鉱開発機会の確保が困難になりつつある。また、過去に参入した大規模鉱山についても、15~20年程度の採掘期間で生産を終了し、閉山に至る可能性がある。このため、中長期的な資源確保を目指して、供給源の多様化に向けた取組みが必要である。

(4) 海外における資源確保の動き

① 海外資源メジャーの動向

1990年代後半において、海外資源メジャーは、非鉄金属の国際価格の低迷、鉱石価格の低迷による収益減少等から、探鉱開発予算を削減するなど新規探鉱開発の取組みを縮小していたが、近年では、国際的な需要拡大を背景とする国際価格の回復等から、新規鉱山開発に向けた探査等の活動を積極化しつつある。最近では、国際的に資源需給の逼迫が懸念される状況の下で、グローバルな資源探鉱

開発の重要性が見直されており、海外資源メジャー、海外資源ジュニア(探査専門企業)を中心として、資源開発に係る取組みが強化されつつある。

② 海外政府の動向

イ) 中国の動向

中国は、鉄、銅、アルミニウム、鉛、亜鉛、石炭、レアアース、タングステン、モリブデン、アンチモン、チタン等多様な鉱物資源の産出国であり、海外への鉱石供給を行ってきたが、近年の国内経済の成長を背景とする、国内需要の増大に伴い、鉄、銅、ボーキサイト、クロムなど国内資源が不足し、輸入を拡大させつつある。

このような状況の下で、中国国務院が2003年12月に公表した「中国鉱産資源政策」においては、中国国内・国外における鉱山開発の奨励、鉱物資源輸出品の高付加価値化、省エネルギー・省資源、環境保全対策の強化等が盛り込まれている。「中国鉱産資源政策」の概要は以下のとおり。

- 中国政府は中国企業が、国外において探査・開発に取り組むことを奨励する。
- 鉱物資源に対する中国国内における探査・開発活動の水準が低いため、西部地区を中心として、探査を促進し、国内の資源供給能力を高める。また、外国企業による探査・開発投資を拡大するため、投資環境を改善する。
- 「タングステン、アンチモン、レアアース」など、中国の強い鉱物資源については、輸出構造を改善し、輸出品の付加価値を高め、国内外の鉱産物貿易の健全な発展を促進する。
- 鉱物資源の総合的な利用を進めるため、資源リサイクルを奨励するとともに、省エネルギー・省資源を進める。戦略鉱物資源の備蓄を確立する。
- 鉱物資源開発による環境汚染問題に対して、鉱山・製錬業の環境保全対策の強化を図る。

このような中国政府の方針の下で、中国企業は、海外資源権益確保を目的として、主としてアフリカ・東南アジア・中南米地域に積極的に進出しており、例えば、ザンビアでは、中国企業が銅鉱山を自ら操業するに至っている。一方、中国政府は、こうした中国企業の海外進出を側面支援する観点から、首脳レベルで、資源国におけるインフラ整備等の支援にコミットするなど、官民を挙げて資源外交を展開している。

ロ)その他の資源国の動向

中南米・アフリカ諸国等の資源国では、1970年代を中心として、鉱山の国営化や国営資源会社の設立が進んだが、1980年代後半以降は、低迷した非鉄金属価格や外国投資の減少という状況を踏まえて、鉱業政策は海外資本の受入を積極的に進める方向に大きく転換してきた。このような資源国における投資環境改善の動きを受けて、我が国の海外探鉱開発権益の取得が進展した。

しかしながら、ペルー、チリが鉱業振興から課税・環境規制強化等へシフトしつつあることに加え、アジア大洋州の重要な資源国であるインドネシア、フィリピン、ニューカレドニアでは、不安定な鉱業法制による鉱業投資の停滞や地元住民による反鉱業活動が顕在化するなど、鉱業投資環境について、懸念すべき状況が続いている。また、インドネシアにおいては、行政指導によりジャワ島への外資の鉱業投資が実質禁止されるという投資障壁も存在する。さらに、インドネシア、南アフリカ等では鉱石での輸出を認めず国内で製錬を行うよう政府が民間の鉱業投資に介入する例も認められる。

このほか、資源開発に係るロシアの外資規制、カザフスタンの地下資源法改正による地下資源ライセンス取得に対する国の優先権付与、ジンバブエの鉱業国有化宣言、アフリカ諸国の貴金属国家管理強化、ボリビアにおける天然ガス資源・国有化宣言など、資源価格高騰を受けた新たな資源ナショナリズムの動きが顕著になってきている。我が国が特定の資源国からの輸入に著しく依存する場合には、単に、資源の偏在に伴う供給のリスクのみならず、当該資源国政府の資源政策・貿易政策の変更やその効果に関する不確実性も大きく、我が国にとって大きな供給リスクとなることから、注意が必要である。

③ 資源開発対象地域の拡大

アフリカをはじめとする、元来、鉱物資源の賦存する可能性の高い地域でありながら、探鉱開発に係るリスクが高く、探鉱開発が進んでいない地域において、近年、資金力を強化し、リスク許容度を増大させている海外資源メジャー等による資源開発活動が強化されつつある。アフリカでは、かつては内戦等による基礎インフラの破壊、治安等の問題から、資源開発のみならず資源生産も減退する状況であったが、近年における、アフリカ諸国の治安回復、現地政府による統制の強化、近代的な鉱業法制度の整備といった投資環境の改善により、現在は、海外資源メジャー等による投資対象としてアフリカの重要性が増大しつつある。

一方、我が国企業は1970年代始めに積極的にアフリカに進出したものの、戦乱等の被害にあい撤退を余儀なくされたため、その後アフリカへの資源開発投資は全体的には消極的なまま推移してきた。

なお、中国は、対アフリカ国家戦略(2006年1月、中国は「中国のアフリカ政策文書」を公表)の中で、資源開発を目標の一つとして明確化しており、官民を挙げた積極的アプローチを展開していることが注目される。

2. 資源の安定供給確保に係る戦略的対応の必要性

(1) 非鉄金属資源の安定供給確保の重要性

非鉄金属資源は、国民生活や産業活動において広範に使用される不可欠な基礎的な素材であり、特に、我が国製造業の国際競争力の観点から、極めて重要な自動車、IT関連製品など、広範囲の工業製品の製造に不可欠な原材料として利用されている。

特に、レアメタルについては、構造材をはじめ情報家電、ハイブリッド自動車、医療機器等、我が国製造業の国際競争力の源ともいうべき製品・部品の原材料として必須である。更に、レアメタルは、自動車の排出ガス浄化やハイブリッド自動車用モーター搭載による燃料消費抑制、エアコンの省電力化に必要な原材料でもあり、また、新エネルギーとして太陽電池用の半導体や燃料電池の触媒としても用いられており、その安定供給確保は、エネルギー・環境問題への対応の観点からも重要である。

近年の中国をはじめとする BRICs 諸国の経済成長を背景として、非鉄金属資源の国際的な需給逼迫が継続する可能性が懸念される中で、非鉄金属資源のほぼ全量を海外からの輸入に依存せざるを得ない我が国にとって、産業競争力の確保の観点から、その安定供給確保は、極めて重要な政策課題である。

(2) 安定供給の確保に向けた取組み

① 戦略的・総合的な取組みの必要性

非鉄金属資源の需給が逼迫し、資源獲得競争が激化する中で、我が国として非鉄金属資源の安定供給を確保するためには、我が国の資源開発企業(鉱山会社及

び商社)、政府、政府関係機関等の戦略的かつ総合的な取組みが急務である。また、こうした非鉄金属資源の安定供給確保、資源セキュリティの向上に向けた取組みにおいては、短期的取組みのみならず中長期的観点に立った取組みを着実に実施していくことが必要である。

安定供給確保に向けた具体的取組みとしては、製造業、非鉄金属鉱山製錬業、商社等の我が国民間企業が、その事業実施上の特性に応じ、各々の資源供給ルート上の位置づけを踏まえた方法によって、安定供給確保に努めることが基本である。しかしながら、供給に係る制約やリスクが大きく、市場メカニズムのみによっては安定供給確保を図ることが困難である場合は、国及び関係機関が積極的な関与を行う必要がある。

産業競争力の確保のため必須の鉱種であって、著しく賦存地域が偏在する場合等、厳しい資源獲得競争の対象となり、我が国企業による資源開発権益の取得が著しく困難となる可能性がある。こうしたケースでは、資源国における経済協力一帯に対する官民連携による実施、積極的な資源外交の推進、経済連携協定の締結等による経済関係の深化への取組み等、我が国における資源の安定供給確保に向けた官民の総力を挙げた総合的かつ戦略的な対応が求められる。

このような戦略的対応の結果として、我が国の企業による資源国への生産拠点の設置など、資源国と我が国の投資交流の強化は、当該国内における資源・部品供給のネットワークの積極的構築を通じて、最終的には我が国の生産拠点に対する資源安定供給体制の構築に結びつく、効果が期待できる。

また、非鉄金属資源の安定供給確保のための方策としては、海外探鉱開発に加え、使用済みの工業製品等からの資源リサイクルに加えて、希少性の極めて高いレアメタルの代替材料開発等、様々な取組みを積み重ねていくことが可能であり、鉱種別のマテリアルフローを俯瞰した上で、各鉱種に応じた対策が、官民の適切な役割分担の下で、有機的に展開される必要がある。

② 短期的・中長期的対応の両面からの取組みの必要性

非鉄金属資源の供給制約としては、短期的・一時的な供給障害と中長期的・構造的な供給逼迫とがある。前者は、鉱山スト、自然災害、為替変動による採算性悪化等に起因する生産停止のように、比較的短期間のうちに供給の再開が期待されるものである。一方、後者は、資源消費国の経済成長に伴う需要拡大のように、中長

期的・構造的要因により生じるものであり、比較的長期間にわたる供給逼迫を伴うものである。

短期的・一時的な供給障害は、予見可能性が低いことから、こうした供給障害への対応は、平常時において確保された在庫の取崩しまたは備蓄の放出によってなされることが適当と考えられる。一方、中長期的・構造的な供給逼迫への対応については、十分な対応を行うために必要な在庫量や備蓄量を確保することが困難であることから、平常時において、中長期的に資源の安定供給の確保につながる施策を着実に実施することが重要である。こうした取組みとしては、探鉱開発の推進、リサイクルの推進、代替材料の開発等が考えられる。

③ 鉱種毎の供給リスクに応じた戦略的な対応の必要性

(ア) 鉱種毎の特性について

非鉄金属資源の安定供給を確保する上で、鉱種毎に、供給の制約となり得る特性に応じた対策を講じることが重要である。例えば、レアメタルの場合、その具体的な特性としては、a) 資源が著しく偏在している場合、b) 我が国が特定国からの輸入に著しく依存している場合、c) 主としてベースメタルの副産物として産出する場合、d) 代替が困難な場合が挙げられる。

a) 資源が著しく偏在している場合

非鉄金属資源の産出する地域が著しく偏在している場合は、当該地域における供給上の問題が、直ちに国際的な需給の問題となり得る。こうした供給上の問題としては、鉱山ストライキによる生産停止、自然災害の発生による生産継続の困難化等が該当し、短期的な供給障害の原因となり得る。

b) 我が国が特定国からの輸入に著しく依存している場合

資源国において国内の資源需要が増大し、国内需要を充足するために輸出抑制策を講じる場合のように、構造的な資源供給リスクとなりえる。例えば、我が国の資源供給が中国からの輸入に大きく依存する場合などがこれに該当し、中国における輸出抑制的な措置により、我が国の非鉄金属資源の安定供給の確保が困難化する可能性がある。

c)主としてベースメタルの副産物として産出する場合

例えば、インジウム（亜鉛及びすずの副産物）、モリブデン（銅の副産物）、コバルト（ニッケル及び銅の副産物）のように、主としてベースメタルの副産物として産出するレアメタルについては、当該レアメタルの供給量が、主産物であるベースメタルの生産量に依存する。結果として、ベースメタルの副産物として生産されることが多い鉱種については、仮に需給逼迫が発生したとしても、主産物の増産が行われられない限り、直ちに生産の拡大は期待できない。

このため、副産物として生産されるレアメタルに対する需要とその主産物であるベースメタルに対する需要との関係において、前者が後者を規模的に上回っている場合や、前者が後者を凌ぐペースで拡大する場合においては、当該レアメタルの供給不足が生じる可能性が高い。過去における該当事例として、主に銅の副産物として生産されるモリブデンについて、2002年前後の銅鉱山の減産等を受けて、国際的に需給が逼迫し、国際価格が急騰した事例がある。

d)代替が困難な場合

一般に、レアメタルの多くは特殊な工学的特性を示すものであり、代替性に乏しい。例えば、高硬度・耐摩耗性・耐熱性を発揮することから高速度工具鋼に添加されるタングステンと同等の性能を有する代替物質は、現時点では発見されていない。また、耐食性・耐熱性を発揮することからステンレス鋼に添加されるクロムとの完全な代替性を有する元素はないと考えられている。このように、他の鉱種等へ代替困難な鉱種については、当該鉱種に関して供給障害が発生した場合には、代替可能な鉱種に比べ、供給の安定性は低いと考えられる。

(イ) 鉱種毎の特性に応じた戦略的対応の必要性

非鉄金属資源の多くは、特定の地質構造や環境において形成され、程度の差はあるものの、特定の地域に偏在する。供給に関する問題が発生するのは、偏在性が著しい鉱種において当該資源国が、生産や輸出を抑制する資源政策・貿易政策をとる場合である。また、特定企業による生産量の変動により、国際的な資源供給が大きく影響を受ける場合もある。

特に、1. (1)に述べたような生産者の寡占化、中国の資源消費国化等、非鉄金属資源の国際的な需給環境の構造的な変化がみられる中で、著しい偏在性を示す

一部の鉱種(タングステン、レアアース等)の安定供給確保等の取組みを検討するに当たっては、資源の大半を海外に依存する我が国の現状を踏まえ、改めて我が国産業界が直面する可能性のあるリスクを検証しつつ、対応を進めることが求められる。

3. 安定供給の確保に係る取組み

(1) 中長期的な視点からの取組み

我が国へのレアメタルをはじめとする非鉄金属資源の安定供給を確保していく上で、最も安定的な供給源である海外資源開発の促進が重要である。

ただし、南アフリカ(白金、クロム、マンガン等)、中国(タングステン、レアアース、インジウム等)、ロシア(白金、バナジウム、ニッケル等)、チリ(銅、モリブデン)等、資源の偏在から、特定の資源国への生産の集中は避けがたい。我が国企業の探鉱開発努力により、供給源の多角化に向けた努力が行われたとしても、我が国の資源供給の相当部分を特定の資源国や特定の海外資源メジャーに依存する状況が続く可能性が強い。

このため、中長期的に、資源供給リスクを低減し、我が国の資源安定供給確保を図るためには、資源国との経済交流の深化を通じた関係の維持・強化、使用済み製品からの金属リサイクル、代替材の開発、マテリアル・フローの上流から下流に至る我が国産業界(資源産業、素材産業、最終消費財産業等)の総力を挙げた戦略的な行動及び機動的な政策支援が求められる。

① 探鉱開発等による原料確保のための取組み

我が国企業による海外探鉱開発の実施は、主として以下の点において、非鉄金属資源の安定供給の確保に当たり、極めて重要な役割を担うものである。

- 生産される資源に係る権益を直接取得することにより、長期的かつ安定的な資源の確保が可能となる。
- 海外資源メジャー等との共同事業を進めることにより、経営戦略、鉱山操業技術等に関するノウハウの取得が可能となる。
- 資源国への直接的な投資であることから、資源生産量の拡大を通じて相手国との相互依存関係を構築することが可能となる。

しかしながら、海外における探鉱開発事業は、探鉱開始から開発、生産に至るまでに最低でも10年以上の長期間を要するものであることに加え、対象地域の政治リスク等、様々なリスクを伴うものである。特に、近年においては、主として以下に示す状況から、我が国企業にとって資源権益確保を巡る環境は厳しくなりつつある。

- リモートセンシング等探査技術の進歩に関わらず、探鉱が成功し、開発・生産に至る可能性は数%程度に過ぎない。また、近年では、鉱床の奥地化や深部化、低品位化、開発の大型化等により、探鉱開発におけるリスクは増大している。
- 海外資源メジャーは、資金力の拡大を背景に、独力で資源開発に取り組む傾向を強めているほか、鉱石等の売却先として、中国市場への指向を強めていることから、日本企業との連携を行う可能性は減少している。
- 中国、インド等の経済成長により、これらの国が新たな資源輸入国として台頭し、資源確保に向けた戦略的な活動を強化しつつある。
- 最近の資源価格の高騰の結果、資源国における鉱業課税の強化や資源ナショナリズムの動きが顕在化しつつある。

こうした状況を踏まえた場合、今後、我が国企業による海外探鉱開発が円滑に実施されていくためには、(ア)リスクの高い探鉱開発案件への対応、(イ)探鉱開発に資する技術の確保、(ウ)資源偏在の著しい鉱種への対応、といった取組みが特に重要である。

(ア)リスクの高い探鉱開発案件への対応

今後、海外における探鉱開発で成果を得るためには、国際的な規模で進む資源獲得競争の中で、我が国企業による優良な資源開発権益の取得が必要となる。このため、従来のように海外資源メジャーとの提携による優良案件への参画の機会を模索するのみならず、海外資源ジュニア(探鉱専門会社)とのネットワークの構築による探査事業への参入や、グラスルーツ案件などリスクの高い探鉱事業の積極的な展開にも取り組むことが重要な課題となる。

また、過去において、アフリカ等における探鉱開発プロジェクトは、治安面、インフラ面、その他の投資環境の問題があり、鉱床発見ポテンシャルを認めつつも、我が国企業による探鉱開発が進展して来なかったが、今後、こうした探鉱開発プロジェクトについても、積極的に取り組んでいくことが重要である。特に、アフリカについては、

地質条件上、燃料電池の触媒に使われるプラチナ等、将来の我が国経済にとって極めて重要な役割を持つ鉱種の賦存が期待されることから、探鉱開発の有望な候補地点として留意することが必要である。

なお、探鉱開発に係るリスクを負うのは基本的には民間企業であるが、探鉱開発に伴うリスクが高まる中で、独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（以下JOGMEC）、国際協力銀行（以下JBIC）、日本貿易保険（以下NEXI）といった公的な支援機関による適切なサポートの下で、民間では負担し切れない、あるいは、国がリスクの一部を負担することで、民間企業における探鉱開発への参画や事業活動がより積極的かつ安定的になるような支援のあり方を追求すべきである。

（イ）探鉱開発に資する技術の確保

近年の探鉱開発案件にみられる鉱石品位の低下傾向の下で、今後、ニッケル、銅等の鉱山開発を効率的に実施するためには、湿式製錬の技術を活用した生産手法の確立が、今後一層、重要性を増すものと考えられる。具体的には、例えば、銅の硫化鉱に対するバイオリーチングの適用等に係る技術開発や、鉱石中の不純物除去技術開発が課題となる。こうした技術開発課題につき、関係機関による取組みが重要である。このような技術開発課題について、我が国が新たな技術の確立によって他国に対する優位性を確保できれば、こうした技術を我が国の強みとして活用し、資源開発権益の獲得能力の強化につなげていくことが可能と考えられる。

（ウ）資源偏在の著しい鉱種への対応

レアメタルの中でも、特に、レアアース、タングステン、インジウム等、中国に著しく偏在し、また、中国国内における消費量拡大が見込まれる鉱種については、供給源の多様化の観点から、中国以外の資源国における新たな供給源の確保に向けて、最大限の努力を行うことが必要である。ただし、探鉱開発事業の実施に際して、こうした鉱種に関するリスク評価は、銅、ニッケル、亜鉛等のように市場規模が大きく、リスク評価に関する知見が集積した非鉄金属とは異なり、国際需給や価格の見通し、技術革新の可能性などの評価において相当の困難が伴うものと推測される。

こうしたリスク評価の困難な鉱種に関する資源権益の確保に向けて、関係機関が、鉱床地質学の新たな知見を踏まえつつ、新たな探鉱開発の候補地点において、レアアース、タングステン等の対象鉱種に係る賦存可能性調査を行うとともに、例えば、亜鉛の副産物として産出するインジウムに関しては亜鉛鉱山・製錬所の廃さいからの回収可能性についても評価することが必要となる。

＜具体的取組み＞

○ 民間企業が行う探鉱開発に対する政策金融による支援の活用等

- 民間企業は、アフリカその他のリスクの高い地域における探査事業への積極的な参入努力を行う。
- JOGMECは、海外での探鉱を対象とした融資制度に係る金利の見直しを行ったところ、引き続き、民間企業の資金負担の軽減を図っていく。
- 開発資金に対する民間企業の資金面・リスク面でのニーズを充足するため、JBICによるプロジェクトや所在国のリスクを負担する融資等の活用・強化を図るとともに、これをより効果的に補完していくため、JOGMECの債務保証制度において親会社保証を廃止したところであり、NEXIの投資保険の活用方策を検討していく。
- 鉱山開発案件のフィージビリティを高めるべく、JBIC国際金融等業務による融資等を活用し、鉱山開発に不可欠なインフラの整備を支援する。
- さらに、投資資金に係る課税の特例(海投損、減耗控除)を通じ、開発段階における民間企業の資金負担の軽減を図っていく。

○ 技術の開発と特定鉱種を念頭に置いた鉱床探査の積極的な推進

- JOGMECは、大学、民間企業等との連携の下で、バイオリーチング等の新たな資源生産技術開発を実施する。
- JOGMEC、産業技術総合研究所等の関係機関は、特に供給リスクの高いレアメタル(タングステン等)を対象とした重点的な鉱床探査や関連調査を実施する。

② 資源国との関係強化のための多面的・総合的な取組みの強化

(ア) 資源国の探鉱開発の推進に資する支援

地質学的には非鉄金属資源の賦存が見込まれる場合であっても、探鉱開発に必要な基礎インフラの整備が遅れている地域では、探鉱は不十分な水準にあることが多く、潜在的に鉱山として開発可能な地域が残存している可能性がある。また、既存鉱山において環境対策が不十分であるために鉱山が閉鎖されることもある。このような地域については、ODA事業としての該当性を見極めつつ、ODA等を活用した鉱山開発基礎データの整備やマスタープランの作成、あるいは環境対策に係る協力等を通じて、また、JBICの国際金融等業務など他の公的施策の有機的連携を通じて、探鉱開発の推進に資する支援がなされることが望ましい。

<具体的取組み>

○ ODA 等の活用による鉱業セクターへの支援

- ODA 等による開発途上国の基礎地質データの整備や環境対策等により、探鉱開発の推進に資する案件の発掘に努めていく。

○ JOGMECによる権益確保の働きかけ、国営鉱山会社との連携強化等

- リスクの高い地域における民間企業による探鉱活動を側面支援する観点から、JOGMECは、アフリカ等の途上国を対象として、政府機関と連携して探査に係る協力事業の実施を検討するほか、同国国営鉱山会社等と共同で調査を実施し、その成果を民間に引き継ぐことにより、探鉱に必要な権益の確保を進めていく。

(イ) 資源国による貿易制限や投資環境の改善

我が国が資源供給を大きく依存する資源国が、輸出抑制措置を発動した場合、我が国の資源安定供給に対する重大な制約を生じることとなる。したがって、こうした資源国に対しては、輸出抑制措置の予見可能性の向上のための情報収集や、輸出制限措置が発動された場合に速やかに当該措置の撤廃に向けた対応を行うことが重要である。

また、上記以外にも、資源国が、資源は自国民の所有物であるとの考え方の下で、鉱山開発に対する外資の参入制限や、極端な場合には資源の国有化に至るケースもあり得る。具体的に、海外企業の鉱業投資の障害となっている例として、インドネシアにおける外資受入れに必要な法制度の混乱（Contract of Work 制度や森林保護法との調整）や、フィリピンにおける資源開発規制等がある。こうした現地政府の規制や介入についても、現地に権益を保有する我が国企業にとっては不利益を生じるものであり、我が国における非鉄金属資源の安定供給確保に対する重大な制約となる。

こうした投資規制の緩和、撤廃を実現するためには、政府レベルでの対話の促進が重要であり、政府としての取組みを迅速に行うことが重要である。

＜具体的取組み＞

○ 資源国との政策対話の推進

- 資源国政府との間で、鉱物資源の安定供給に関する取組みの現状や課題について、政府間で意見交換を実施する機会を積極的に模索し、課題の早期解決や信頼関係の構築を積極的に行っていく。

○ EPA/FTA交渉の活用

- 資源国との間で行うEPA/FTA交渉については、資源国と我が国との中長期的な経済交流の深化を念頭に置きつつ、現地における投資規制等、民間企業の探鉱開発に係る活動における障害を除去するため、引き続き活用していく。

○ APEC等のマルチの会合の活用等

- APECをはじめとする、資源国と資源消費国の双方が参加する国際会合を活用し、需要拡大に伴う鉱物資源の価格高騰、鉱物資源市場にとって障害となるような貿易・投資規制等に対処するための共同行動を実現することを目指す。

③ リサイクルの推進

(ア) リサイクルの重要性

非鉄金属資源は、エネルギー資源と異なり、費消されるものではなく、製造工程で生じる副産物や使用済製品から物質を抽出して再生利用することが原理的には可能である。したがって、ヴァージン原料を補完する供給手段として、非鉄金属資源のリサイクルを推進することが重要である。

リサイクルは、広義には、使用済製品からのリサイクルのみならず、製造工程における切削屑等の再生利用も含む。後者は、既に、多くの製造業者において行われていることであり、コスト削減や資源の有効利用を促進するものであることから、引き続き、民間企業を中心に積極的に推進されるべきである。

- 例えば、プラズマディスプレイ、液晶ディスプレイ等の透明電極に利用されるインジウムは、使用済みのITOターゲットが製造工程内で再生利用されることから、必要なヴァージン原料としてはITOの約3割分を補充することで足り、資源の節約が図られている。

なお、非鉄金属の中でも特に希少性の高い資源のリサイクルの推進に際しては、循環型社会の構築に向けて整備されてきている既存のリサイクル施策との連携や活用方策のあり方について十分に検討を進めるべきものと考えられる。

(イ) リサイクルの現状と課題

リサイクルの進展の状況は、鉱種や用途により様々である。リサイクルの進展はその経済性に大きく依存しているが、大きな要因としては、a)資源回収量の確保、b)リサイクル技術の問題、c)リサイクルコストに関する問題等があると考えられる。

a) 資源回収量の確保

資源回収量の確保については、リサイクル原料の調達に直結する問題と考えられる。リサイクル事業として成立するだけの回収量が確保できない場合には、技術的に可能であってもリサイクルが進まない。また、使用済みの電気・電子製品などでは、希少資源の含有状況が明らかでないために、回収されずに通常の廃棄物と同様に処理されているケースも多い。現在回収されずに有効利用されていないこれらの資源に関して、実態の把握を進めるとともに、技術的な検討を含め、有効利用が促進されるような仕組みづくりを必要に応じて検討する必要がある。

b) リサイクル技術の問題

リサイクル技術の問題については、基礎的な技術開発については、国が自ら取り組むとともに、応用技術の開発については、民間企業が自らの事業の一環として積極的に進めるべきである。特に、レアメタルの場合、製品への含有量が少量であるケースが多い中で、製造コスト低減の一環として原単位の低減がさらに進展することが、逆に、リサイクルコストの増大を招く可能性がある。このため、リサイクル技術開発の推進を通じて、リサイクルコストの低減を図ることが重要と考えられる。

c) リサイクルコストに関する問題等

リサイクルコストに関する問題として、例えば、スクラップの海外流出により、国内ではリサイクル原料を十分に確保できる見通しが立たないために、リサイクルに必要な設備の導入が進展しないケースがある。その背景としては、国内外のリサイクルコストの較差により、国内のリサイクル原料が海外に流出する場合が考えられる。

リサイクル原料の輸出入にはバーゼル法や廃棄物処理法による一定の制約がある中で、リサイクル原料の不適正な海外流出の問題への対処方法についても検討すべきである。

上記以外にも、レアメタルのリサイクルを推進することに関して、例えば、以下の点に留意する必要がある。

- 特殊鋼の添加物として使用されるレアメタルの場合は、スクラップ原料をそのまま溶融する形で再使用することが可能であり、この場合のリサイクルコストは低廉であることから、経済性が成り立ちやすい。
- タングステンの場合、特殊鋼向けについてはスクラップから得られるリサイクル品を使用することが可能であるが、超硬工具向けについては、鉱山機械のようにリサイクル品が使用可能な用途もある一方、自動車製造用切削工具のように、リサイクル品の利用が困難な用途も存在する。

(ウ)技術協力を通じたリサイクルの国際的な展開

非鉄金属資源のリサイクルに必要な技術は、主として製錬技術の応用であり、我が国製錬業は国際的に高いレベルの技術を有する。こうしたことから、当該技術の応用により、リサイクルを通じた供給源の多様化にも取り組むことが重要である。

なお、国内非鉄製錬業は、非鉄金属資源のリサイクルの担い手として、既に、製錬設備を活用した廃棄物処理、リサイクル等の事業に取り組みつつあり、こうした事業の国際展開を通じて海外におけるリサイクルインフラの整備や循環資源を我が国に輸入し処理することによる供給源の多様化が図られる等、我が国への資源の安定供給確保に資するリサイクル・システムを構築することが期待される。

また、こうしたリサイクル技術については、海外資源国における山元の環境問題の解決や資源の有効利用にも資するものであり、ひいては我が国における資源確保にも有益であることから、国内非鉄製錬業の国際展開を進めていくべきである。

<具体的取組み>

○ 製品に含まれる原料の情報提供方策の検討

- 使用済製品のリサイクルが円滑に進むためには、製品に含有される主要なレアメタル等の内容が明確化されていることが望ましいことを踏まえ、製品の原料として用いられている金属等の情報提供方策を検討していく。

- リサイクル原料の輸入円滑化方策の検討
 - 我が国が優位性を持つリサイクル技術やインフラを有効に活用する観点から、リサイクル原料を海外から円滑に受け入れるための方策について、検討していく。
- リサイクル・リユースが容易な材料・スペックによる製品開発の促進
 - 民間企業において、製品開発を行う際の金属材料等の決定に際し、製品が満足すべき性能等が確保できることを前提として、リサイクル・リユースが容易な材料の利用や設計による製品開発を、引き続き、促進していく。
- リサイクル関連技術開発の推進
 - 民間企業におけるリサイクルの推進を図るため、最終製品から金属材料をリサイクルするための基礎技術の開発を推進することにより、民間企業におけるリサイクル・コスト低減のための技術開発の実施につなげていく。
- リサイクル原料の回収量の確保策の検討
 - リサイクル原料の回収量を確保し、リサイクル・コストの低減を図る観点から、使用済製品の回収ルートの構築等を検討する。

④ 代替材料開発

我が国製造業の競争力の源として、広範な工業製品の製造に使用されるレアメタルは他のベースメタルに比較して必要量は少量であるにしても必要不可欠なものである。したがって、資源の供給制約が極めて高いレアメタルについては、機能面で代替可能な材料が存在する場合は、当該資源の安定供給の観点から、代替材料の利用可能性も追求することが適当である。一方、こうした代替材料が存在しない場合は、省使用化を進めることが有益である。以上により、当該レアメタルの需給緩和ひいては安定供給の確保、更に、今後のマテリアル・サイエンスの発展にも貢献することが期待される。

このような考えのもと、インジウム、レアアース、タングステンのようにレアメタル特有の特殊な機能的特性を満たす画期的な材料の開発が求められるケースでは、代替材料の開発において原理解明レベルからの抜本的な基盤研究が求められる。このような基盤的研究開発活動は、企業単独では困難であり、政府が中心となってこれを推進し、ひいては、民間企業における応用開発を促していくことが重要である。

なお、代替材料開発・原単位低減に係る取組みについては、民間企業においても、自社製品の製造コスト低減のため、日常的に行われている研究開発活動の一環として進められている。このような研究開発については、専ら供給途絶リスク対応の観

点からものではなく、製造コスト低減という経済合理性に基づくものであるが、ひいては新材料開発、原単位低減等を通じて、当該レアメタルの安定供給確保につながるものであることから、意義は大きい。

＜具体的取組み＞

○ 主要なレアメタルを対象とする代替材料開発、省使用化技術開発の推進

- タングステン、インジウム等のレアメタルを対象として、消費財メーカーと素材・部品メーカーにより、代替材料や省使用化技術の共同開発が行われることを念頭に、ナノテクノロジーや材料設計、シミュレーション技術等の応用による材料基盤技術の開発を行う。
- 消費財メーカー、素材・部品メーカーは、主要なレアメタルを利用する製品に関し、性能向上、省使用化のための技術開発を、引き続き、積極的に推進する。

(2) 短期的な供給不安定化への対応(レアメタル備蓄)

レアメタル備蓄制度は、1983年、金属鉱業事業団(現JOGMEC)が保有する国家備蓄と(社)特殊金属備蓄協会がとりまとめる民間備蓄の組合せによる制度として導入されたものであり、制度発足以来、資源の偏在が著しい等の理由から短期的な供給障害が懸念される7鉱種(ニッケル、クロム、タングステン、コバルト、モリブデン、マンガン、バナジウム)を対象としている。

本備蓄制度は、60日分の備蓄量の確保を目標として運営されており、国家備蓄と民間備蓄の備蓄量の比率は7:3となっている。このうち、民間備蓄については、緊急時の初期段階で取り崩されるという重要な役割を担っている一方で、国家備蓄については、供給障害時における「最後の手段」としての機能を担うものである。

本備蓄制度の創設から20年以上を経た現在、備蓄対象7鉱種の中には、主たる需要者が制度創設当初から変化している鉱種があり、また、過去20年間における探鉱開発の取組みにより、自主開発が相当程度進展している鉱種も確認される。

同備蓄制度の今後の運営においては、こうした情勢変化を踏まえ、緊急時や高騰時の対応について、官民の役割分担のあり方を含め、適切な対応方法を検討する必要がある。

なお、非鉄金属資源の安定供給の確保の観点からは、短期的な供給障害を念頭に置いたレアメタル備蓄制度の適切な運営とともに、中長期的な安定供給確保の観

点からの取組みが極めて重要であり、こうした短期的あるいは中長期的な施策がバランスよく講じられるべきである。

<具体的取組み>

○レアメタル備蓄制度の見直し

- レアメタル対策部会において、同備蓄制度における公的支援のあり方を含め、官民の役割分担につき検討するとともに、備蓄対象鉱種、備蓄量、緊急時の判断基準・放出手順等につき検討する。

(3) 上記の取組みの基盤となる環境整備

① レアメタルの需給動向等に関する調査・統計の充実

銅、鉛、亜鉛及びニッケルについては、国際商品機関である国際研究会(国際銅研究会、国際鉛亜鉛研究会、国際ニッケル研究会(本部ポルトガル、リスボン))が設立され、国際需給統計を作成・出版するとともに、国内においても、非鉄金属等需給動態調査等、統計が整備されている。

一方、レアメタルについては、需給データに関する課題は多い。レアメタルを大量に消費する我が国では、需給動向を定量的に捕捉する調査・統計が整備されているものの、レアメタルの消費者が多岐にわたるため、必ずしも需給動向を完全に捕捉しきれていない等の問題がある。

レアメタルは我が国の製造業の競争力の確保に必須の素材群であり、その需給動向の把握は、産業界としても、把握ニーズが大きい。特に、将来的な供給逼迫に対応する観点から、レアメタル備蓄制度の運営、民間企業による在庫管理が適正になされるためには、信頼性の高い統計データの果たす役割は大きいことから、各企業の協力を前提に、レアメタルの需給動向等に関する統計の充実を図ることが必要である。

<具体的取組み>

○ 主要鉱種に係るマテリアル・フロー調査

- 供給リスクの観点から重要な鉱種について、原料段階から最終製品に組み込まれ使用済製品として廃棄されるまでのフローを調査し、主としてリサイクルを通じた安定供給確保のための方策の検討につなげていく。

○ レアメタルの需給動向に係る統計の整備

- 現行の統計の拡充等により、主要なレアメタルの生産・消費動向について、その主要用途に係る製品のメーカー等の積極的支援を確保し、定期的な統計調査を実施し、調査結果による需給動向の把握や利用者が利用しやすい統計データの公表等を検討する。

② 探鉱開発等に係る人材育成

非鉄金属資源の探鉱開発に関連する技術についても、技術革新が続いており、我が国として最新の資源開発関連技術を保持することは、我が国の強みとなり、資源開発権益の獲得能力の強化につながる。

但し、我が国においては、国内非鉄金属鉱山業は規模を縮小し、国内における探査・開発活動は限定的に行われているに過ぎない。加えて、海外における探鉱開発では、我が国の資源開発権益は一般に小さく、操業を我が国企業に所属する技術者が行う例は少ない。このような状況の中で、我が国の大学においては、資源開発工学や鉱床学などに関する教育体制も規模を縮小しつつある。また、企業の技術者についても、特に、若手については、現場経験が乏しくなりつつある。

このため、今後の我が国の資源開発権益獲得や海外探鉱開発事業を担う技術者を育成するためには、産（非鉄鉱山会社、商社等）、官（政府及び政府関係機関）、学（大学等）が協力して、必要な技術者数の定量的評価を行う等、技術者育成に関する取組の強化が必要である。

具体的には、鉱山会社、商社、金融機関など、海外探鉱開発事業に、直接的、間接的に関わる民間企業における社内人材を積極的に育成することが最大の課題であり、探鉱開発に関する専門的知識の習得機会の拡大に加え、海外の探鉱開発地点における実地訓練等の研修の機会を充実させていくことが重要である。こうした観点から、大学における教育の場の活用や研修機会の拡大等に向けた努力が重要である。

なお、大学における専門教育は、将来の探鉱開発を担う我が国の技術者の層の厚みを充実させていく観点から重要である。こうした状況の下で、大学側と民間企業側の連携を強め、産業界として必要な知識・技術を大学側に具体的に提示することで、技術者の候補生である現役学生に対する、教育内容の改善を図ることも課題となる。

＜具体的取組み＞

○ JOGMEC における資源開発セミナーの開催

- 民間企業関係者を対象とした探鉱に係る技術の動向その他の専門的なテーマに関するセミナーを、産学の協力を得つつ、JOGMEC が開催する。

○ (財)国際資源大学校における資源開発研修事業の実施

- 鉱山会社、商社等の探鉱開発に従事する企業関係者を対象として、探鉱開発技術の詳細に関する知識を習得するための研修を(財)国際資源大学校における実施を検討する。

○ 鉱山会社・大学の連携による資源開発講座の設置

- 社会人を対象として、産学の連携のもとで、鉱山開発をはじめ資源確保に関する基礎的な知識の習得を目的とした講座の設置を検討する。

資源戦略研究会 委員名簿

<座 長>

浦辺 徹郎	東京大学大学院 理学系研究科 教授
川崎 勝久	松下電器産業(株) 国際商事本部長
北川 三雄	新日本製鐵(株) 常務取締役
北爪 由起夫	(独)日本貿易保険 理事
小塚 睦実	三菱商事(株) 代表取締役常務執行役員 ・金属グループ CEO
白根 武史	トヨタ自動車(株) 調達本部 常務役員
高山 剛	大同特殊鋼(株) 代表取締役会長
竹中 裕之	住友電気工業(株) 常務取締役
貫井 孝	シャープ(株) 取締役 電子デバイス事業統轄
野崎 茂	国際協力銀行 理事
福島 孝一	住友金属鉱山(株) 取締役社長
福田 開作	触媒化成工業(株) 取締役社長
前田 正史	東京大学 生産技術研究所 所長
松田 英三	読売新聞社 論説委員
松田 憲和	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 副理事長
吉川 廣和	同和鉱業(株) 代表取締役社長・CEO
吉田 紀史	信越化学工業(株) 武生工場長

資源戦略研究会 開催経過

- 第1回 平成17年12月15日(木)開催
議題 ・最近の非鉄金属資源情勢について
・今後の検討課題について 等
- 第2回 平成18年2月10日(金)開催
議題 ・主要非鉄金属資源の特性とマテリアル・フローについて
・海外資源開発に係る現状と課題について 等
- 第3回 平成18年3月31日(金)開催
議題 ・製造産業等におけるレアメタルの安定供給確保に係る
取組の現状と課題 等
- 第4回 平成18年4月20日(木)開催
議題 ・レアメタル備蓄について
・代替材料開発等について
・論点整理(案)について
- 第5回 平成18年5月31日(水)開催
議題 ・資源戦略研究会報告書(案)について

レアメタルに関する鉱種別の政策課題

	採鉱開発、貿易投資に関する課題	リサイクルの状況と課題	代替材料開発等の課題
タングステン (特殊鋼、超硬工具)	【中国偏在】日本企業は中間製品（中国）及び鉱石（ロシア）の形態で原料を調達。価格低迷期に、中国以外の鉱石・中間製品生産企業が淘汰され、現在、中国の世界シェアは9割。中国は国家保護鉱種に指定。中国以外の地域における事業への関与が課題。ロシア沿海州、東南アジア、アラスカ等供給可能性あり。採鉱開発が可能。我が国は、鉱石、中間製品の両方を原料にできるが、国内鉱石処理能力は小規模。	超硬工具の国内リサイクル設備は小規模で、スクラップの多くは欧州メーカーに売却。技術開発を含む、国内体制整備が課題。再生品が利用可能な用途（鉱山機械）がある一方、原料品質の問題から再生品利用が困難な用途（精密加工用切削工具）も存在。	タングステンの機能を代替できる元素・物質は見えず、高付加価値の超硬工具の調達が困難化した場合、加工製品の性能に悪影響のおそれ。代替材料開発では、機能発現の理論研究、界面制御等の材料開発関連技術研究、プロセス関連技術研究の推進が課題。
レアアース (高性能磁石等)	【中国偏在】複合元素の集合。軽希土類は世界に分布する一方、重希土類に富むイオン吸着型鉱床（花崗岩の表層風化帯に分布）は、中国江西省等に偏在。中国は国家保護鉱種に指定するとともに、外資によるレアアース鉱山企業の設立を禁止（2002年）する等、外資規制あり。輸出許可証の発給の遅れ、増値税還付廃止等で輸出抑制。東南アジア等、中国以外の資源産出国における採鉱開発が課題。	製造工程内のスクラップからはリサイクルされるが、使用済み製品（電池や磁石）からのリサイクルは進んでいない。ネオジムでは、製造工程で発生した屑は95%以上が回収されるが、コスト面から処理は中国で実施、技術開発を含む、国内の処理体制整備が課題。	小型モーター用耐熱磁石等、レアアース以外では性能が発揮できない製品が非常に多い。代替材料開発の可能性について、機能発現の理論研究、界面制御等の材料開発関連技術研究、プロセス関連技術研究の推進が課題。
バナジウム (自動車鋼板等の特殊鋼)	【中国偏在】鉱石の世界生産は中国、南ア、ロシアに集中。南アの1社が世界の1/4シェアを占める。中国（鉄鉱石の副産物等）の生産が伸びる。日本は中間製品（フェロバナジウムとその原料である五酸化バナジウム）で輸入。フェロバナジウムの大半は南アからの輸入で、一部は日本との合弁企業が生産。重質高硫黄原油やオイルサンド等、多様な供給を目指すことも課題。	特殊鋼についてはリサイクルされているもののリサイクル率は低く、リサイクル率の向上が課題。	日本の消費量の9割は製鋼用。高張力鋼に添加されるバナジウムの特性全てを満足する元素は無い。母材の靱性向上にはマンガン、モリブデン、結晶の細粒化向上にはニオブ等、一部の特性を補う元素は存在。
マンガン (橋梁、高層ビル等の構造材)	【南アフリカ偏在】鉱石品位により、生産される中間製品が異なる。高品位鉱によるフェロマンガンは、南アからの輸入鉱を製錬。南ア産の高品位鉱の確保が課題。南アは鉄道輸送等、物流がネック。一方、低品位鉱を原料とするシリコマンガンは、低品位鉱の産地である中国（内蒙古自治区、遼寧省）に生産拠点が移行、日本企業の投資先を含む中国等からの輸入が進展。電力不足や環境問題等から中国のマンガング工場休止例あり。	特殊鋼、普通鋼についてはリサイクルされているもののリサイクル率は低く、リサイクル率の向上が課題。	マンガンは脱酸・脱硫作用を発揮するために、製鋼プロセスで必須の金属。粗鋼生産において、マンガンのように鋼材の性能を低下させずに脱酸・脱硫作用を発揮する物質は無い。
クロム (ステンレス)	【南アフリカ偏在】鉱石の世界生産は南ア（5割）、カザフ（2割）。企業の寡占化も進行。フェロクロム生産（中間製品）は電力多消費であるため、電力が安価かつクロム鉱産出国である南アに移転。日本は、南アで現地生産（我が国企業を含む）したフェロクロムの輸入を拡大。	ステンレス鋼のリサイクル率は3割程度。国内の処理体制の整備が課題。	ステンレス鋼に関しては、価格によりクロム系とニッケル系で代替関係あり。
プラチナ (燃料電池用触媒、環境浄化用触媒)	【南アフリカ偏在】輸入量の7割を南アフリカが占める。南アフリカの巨大鉱床（ブッシュフェルト岩体）で数多くの鉱山が採掘。自動車排ガス触媒用プラチナの需要増で需要が拡大しており、南アフリカ等における採掘開発の促進が課題。尾鉱を含め、未利用プラチナ資源からの回収技術開発が課題。南アフリカ等における我が国の鉱山・製錬・製造業の投資交流の促進も、有効なアプローチとなる。	主な工業用途である触媒については、リサイクルが進んでいる。	プラチナより効率の良い触媒材料の開発は難しい。省使用化については、燃料電池のプラチナ原単位低減技術開発等が課題。
ニッケル (ステンレス等)	日本企業は、インドネシア、ニューカレドニア、フィリピン等の鉱山及び製錬所（中間製品）に投資。硫化鉱及び高品位ラテライト鉱に加え、低品位ラテライト鉱に対する新技術（高圧酸浸出法）の適用で、供給可能性が拡大。海外投資先からの原料輸入割合（鉱石及び中間製品）は25%程度。更なる自主開発、輸入多角化が課題。過去の供給障害例としては、圧倒的シェアを握るメジャーのストが多数確認される。	ニッケル水素電池及びニッカド電池の7割、ステンレス鋼の4割がリサイクル。ステンレススクラップを韓国等から輸入。国内の処理体制の整備が課題。	ステンレス鋼についてはニッケルの高騰を受け、クロム系ステンレスへシフトする等、用途に応じて代替が進展。二次電池については、機能と価格の問題があるが、コバルト、マンガンによる製品レベルでの代替が可能。
コバルト (特殊鋼、電池)	【副産物】1970年頃は、旧ザイール銅山が、世界生産の半分以上を供給、現在は、ニッケル湿式製錬技術の発達で、ニッケルラテライト鉱床からの産出が急拡大。ニッケルと同様自主開発比率は高い。ニッケル及び銅の副産物で、生産途絶の可能性は少ないが、供給量は主産物の生産量に支配される。中国の輸入量が増加で、世界の需給タイト化を経験。	電池からはリサイクルされているもののリサイクル率は低く、リサイクル率の向上が課題。	1970年代後半のシャバ紛争で、日本ではICリードフレームや磁性材料分野でニッケル合金等への代替が進む。現在の需要先は、二次電池及び特殊鋼（航空機用等）。リチウム電池向けは技術革新が進み、マンガン等に代替が進展中。
モリブデン (特殊鋼)	【副産物】世界生産量の8割が銅の副産物。供給量は銅の生産量に支配される。2002年以降、需給がタイト化し、国際価格の高騰を経験。日本企業が進出する中南米の銅鉱山で生産。中国では、モリブデンに関する輸出増値税の還付は、既に撤廃され、輸出インセンティブは縮小。	金属スクラップについてはリサイクルされているもののリサイクル率は低く、リサイクル率の向上が課題。	需要の9割は特殊鋼。耐熱、耐熱性を必要とする特殊鋼に不可欠な金属。モリブデン調達が困難化した場合、スーパーアロイ生産に影響が出るおそれあり。
インジウム (太陽電池、液晶パネルの透明電極)	【副産物】国内に亜鉛製錬所があるため、インジウムの副産が可能。輸入量の7割は中国から。インジウム合金では中国に進出例あり。供給源の多角化のため、亜鉛鉱山の採掘開発や鉱さいなどからの回収が課題となる。具体的には、ロシアやカナダの塊状硫化物鉱床や、ボリビア、ペルー、アルゼンチンの多金属鉱床の亜鉛鉱石中のインジウム回収等が課題。	インジウムを利用したITO材の7割は再利用される。ITO製造工程内でリサイクルが進む一方、使用済み製品からのリサイクルは、回収技術開発や回収ルート確立等が課題。	透明電極用ITOについては亜鉛が代替品の候補ではあるものの技術的に制約大。根本的代替材料開発等の可能性について、機能発現の理論研究、界面制御等の材料開発関連技術研究、プロセス関連技術研究の推進が課題。